

Für den Austausch nur in
beschränkter Anzahl vorhanden

**Vergleichende Untersuchungen über Bau und Funktion
der Spinnwarzen und Spinnwarzenmuskulatur einiger
Araneen***

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Renate Peters
aus Berlin

1967

1. Referent: Professor Dr. K. Günther

2. Referent: Professor Dr. W. Ulrich

Tag der mündlichen Prüfung: 6. 5. 1966

Tag der Promotion: **15. Feb. 1967**



D 188

veröffentlicht 1967 in: Zoologische Beiträge, Neue Folge Bd. 13, Heft 1
Verlag Duncker & Humblot, Berlin 41.

(Aus dem I. Zoologischen Institut der Freien Universität Berlin —
Direktoren: Prof. Dr. W. Ulrich, Prof. Dr. K. Günther)

Vergleichende Untersuchungen über Bau und Funktion der Spinnwarzen und Spinnwarzenmuskulatur einiger Araneen

Von

RENATE PETERS

(Mit 41 Abbildungen)

Eingegangen am 27. Juli 1966

I. Einleitung

Bisher liegen über die Muskulatur der Araneen fast nur Untersuchungen zur Rumpfmuskulatur (Millot, 1933; Crome, 1955) und zur Chelicerenmuskulatur (Steinbach, 1952/53) vor. Millot schuf durch seine Untersuchungen an der ventralen Rumpfmuskulatur von *Lipistius* (Mesothelae) die Grundlagen für die Benennung dieser Muskeln. Er untersuchte allerdings nicht die zu den Spinnwarzen ziehenden Muskeln. Darüber hinaus wurden Untersuchungen über die gesamte Muskulatur von *Agelena naevia* (Brown, 1939), über die Spinnwarzenmuskulatur von *Uroctea durandi* (Crome, 1957), über die gesamte Muskulatur von *Latrodectus mactans* (Whitehead und Rempell, 1959) und über die Extremitätenmuskeln von *Tegenaria atrica* und *Sitticus pubescens* (Parry, 1960) vorgelegt. Die Spinnwarzenmuskulatur ist also bisher nur von zwei Arten bekannt (*Agelena naevia*, Brown, 1939 und *Uroctea durandi*, Crome 1957). Daneben sind von Bertkau (1882) in seiner Beschreibung des Cribellums und Calamistrums einiger cribellater Araneen die zum Cribellum ziehenden Muskeln abgebildet aber nicht beschrieben worden, die an den von ihm herauspräparierten Cribellen anhängen. In der Kenntnis der Spinnwarzenmuskulatur bestehen also große Lücken. Sie schließen zu helfen, soll diese Arbeit über die Spinnwarzenmuskulatur einiger weiterer Araneenarten beitragen, die mit Ausnahme von *Agelena naevia* (Brown, 1939) und *Uroctea du-*

randi (Crome, 1957) daraufhin noch nicht untersucht worden sind.

Außer auf die Vorführung der topographischen Verhältnisse der Spinnwarzenmuskulatur für die hier untersuchten Arten, soll es hier weiterhin auf den Vergleich dieser Muskeln bei den verschiedenen Spinnengruppen ankommen. Denn bereits Crome (1955) hatte aus seinen Untersuchungen über die dorsale Rumpfmuskulatur bei einigen Araneen überzeugende Hinweise gewinnen können für die merkmalsphylogenetische Deutung der von ihm angetroffenen Muskulaturmuster und für die Möglichkeit oder Unmöglichkeit ihrer jeweiligen Ableitung auseinander. Und so war zu erwarten, daß Ergebnisse in dieser Richtung auch aus dem Vergleich der Spinnwarzenmuskulatur erhalten werden könnten, die hier für Vertreter verschiedener Araneengruppen beschrieben werden.

In diesem Zusammenhang interessierte vor allem die Frage nach der Natur von Colulus und Cribellum. Beide Organe werden bisher als abgewandelte vordere, mittlere Spinnwarzen des 4. opisthosomalen Segmentes aufgefaßt. Die Frage entstand also, ob diese Anschauung aus Feststellungen über die Muskelversorgung dieser Organe gestützt werden könnte. Die Colulusmuskulatur wurde hier an Vertretern der Sicariidae und Hersiliidae und die Muskelversorgung des Cribellums an Amaurobidae untersucht.

Herrn Professor Dr. K. Günther und Herrn Dr. W. Crome danke ich für den Vorschlag des Themas und für wertvolle Ratschläge und Hinweise bei meiner Untersuchung. Zu großem Dank bin ich Herrn Dr. W. Crome für das Material aus dem Zoologischen Museum in Berlin, für technische Hinweise und für das stete Interesse am Fortgang der Arbeit verpflichtet. Herrn Professor Dr. W. Ulrich danke ich für seine wertvollen Ratschläge und für die Gewährung eines Arbeitsplatzes am I. Zoologischen Institut der Freien Universität Berlin.

II. Material und Methode

Es wurden dreizehn Vertreter aus sieben Familien untersucht.

U. O. Ecribellatae

Sektion: Orthognatha

Familie Theraphosidae (Avicularidae)

Grammostola spec.

Familie Dipluridae

Macrothele maculata Thorell

Hapalopus spec.

Hexathele hochstetteri Ausserer

Sektion: Labidognatha

Familie Agelenidae

Tegenaria atrica C. L. Koch*Agelena labyrinthica* Clerck*Coelotes atropos* Walkenaer

Familie Hahniidae

Hahnia spec.

Familie Sicariidae

Loxosceles rufescens Dufour*Sicarius spec.*

Familie Hersiliidae

Hersilia spec.

U. O. Cribellatae

Sektion: Neocribellatae

Familie Amaurobidae

Amaurobius claustrarius Hahn*Psecrus argentatus* Doleschall

Es handelte sich um bereits determiniertes Alkoholmaterial aus dem Zoologischen Museum in Berlin. Obwohl dieses Material schon Jahrzehnte in Alkohol lag, war es für diese Zwecke sehr geeignet. Die Muskulatur ist bei derart fixierten Tieren sehr gut erhalten, während die bei frischem Material störenden Organe (Darm, Mitteldarmdrüse usw.) bereits mazeriert sind. Die Auswahl der untersuchten Arten erklärt sich aus einem zu Beginn der Untersuchung leitenden, in ihrem weiteren Verlauf aufgegebenen Gesichtspunkt (Bevorzugung des „Ageleniden-Typs“ der Spinnwarzen).

Alle Untersuchungen wurden an Totalpräparaten vorgenommen. Das Anfertigen von Mikrotomschnitten erwies sich nur beim Colulus von *Loxosceles* als notwendig. Um einwandfreie Bilder der Spinnwarzen und der auf ihnen stehenden Spulen zu gewinnen, wurden die Hinterleiber der Spinnen in Chloralphenol (Chloralhydrat krist. und Phenolum liquefactum im Verhältnis 1:1) aufgeheilt. Zur Untersuchung der Spinnwarzenmuskulatur wurden die Hinterleiber der Spinnen durch horizontal oder sagittal geführte Schnitte zerlegt und die Muskulatur freipräpariert. Waren die Objekte klein und dünnhäutig genug, so konnten sie in einem Gemisch von Benzylbenzoat und Cellosolve (Äthylenglykolmonoäthyläther) im Verhältnis 15:5 oder 17:3 aufgeheilt werden (Peters, 1961). Bei derartigen Präparaten gelang es, die Muskulatur durch polarisiertes Licht sichtbar zu machen. Die gleiche Methode konnte mit Erfolg für die Muskeln in den Spinnwarzen angewendet werden. Nur bei der Muskulatur in den Spinnwarzen von *Grammostola* mußte eine Präparation durchgeführt werden, weil das Integument infolge starker Guanin-Einlagerung undurchsichtig blieb.

Die Lebendbeobachtungen an *Grammostola* wurden an zwei Exemplaren aus Guayaquil (Ecuador) vorgenommen, für deren Überlassung ich Fräulein Dr. G. Rack aus dem Zoologischen Museum in Hamburg recht herzlich danke. Diese Beobachtungen wurden in der Zeit von Juli bis September 1961 an diesen Tieren angestellt. Die Tiere wurden in Vollglasbecken gehalten, deren Böden mit feuchter Erde und Moos bedeckt waren. Beiden Tieren dienten Schaben als Nahrung. Die Lebendbeobachtungen an *Tegenaria* wurden im Januar 1961 an zwei Exemplaren aus dem Zoologischen Institut gemacht. Die Tiere wurden zu

diesem Zweck einzeln in eine Photoküvette gebracht und unter dem Binokular beim Spinnen beobachtet.

Für die Spinnwarzenmuskulatur bestand bisher keine vergleichend brauchbare Terminologie; sie mußte also hier erstmals entwickelt werden. Brown (1939), der die bisher einzige Darstellung der Spinnwarzenmuskulatur bei Araneen, und zwar für *Agelena naevia*, vorlegte, hat sie im Rahmen und zusammen mit der gesamten Körpermuskulatur für die einzelnen Muskelzüge fortlaufend durchnummeriert. Die nach diesem Verfahren bei ihm auf die Spinnwarzenmuskeln entfallenen Ziffern konnten gerade auch für vergleichende Absichten, wie sie hier verfolgt werden, nicht übernommen werden. Allgemein benennt man Muskeln nach ihren Ansatzpunkten, ihrer Lage oder Funktion. Das führt häufig zu umständlichen und schwer zu handhabenden Bezeichnungen. Von Kéler (1955) hat für die Insekten eine kürzere Bezeichnungsweise vorgeschlagen. Er definiert die einzelnen Muskeln so eindeutig wie möglich, homologisiert sie, numeriert sie und gibt dann einen Vergleich der „Kürzel“ mit den „umständlicheren Bezeichnungen“. In entsprechender Weise habe ich die Benennung der Spinnwarzenmuskulatur durchzuführen versucht. Dabei lehne ich mich an die durch Millot (1933) eingeführte Benennung der opisthosomalen, ventralen Längsmuskulatur an, bezeichne nach ihrer Zugehörigkeit zu den betreffenden Körpersegmenten ebenfalls die medialen Entochondriten mit t8, t9 usw. und benenne die lateralen Entochondriten entsprechend t'8, t'9 usw. (Abb. 1). Als Entochondriten bezeichnet man cuticulare, sogenannte Sehnenmassen, von denen in jedem Körpersegment ein Paar mediale und ein Paar laterale vorhanden sind. Sie sind sowohl durch die medialen bzw. lateralen Rumpfmuskeln verbunden als auch Ausgangsorte für die Dorsoventralmuskeln. Damit liegt der Verlauf der bei allen Spinnen mit nur geringen Abweichungen vorkommenden opisthosomalen, ventralen Rumpfmuskeln fest. Der jederseitige mediale, opisthosomale, ventrale Rumpfmuskel verläuft über die Entochondriten t8, t9, t10, t11 zum Anaporus; die lateralen, opisthosomalen, ventralen Rumpfmuskeln ziehen beiderseits vom t'8 über den t'9, t'10 zum t'11. Von den Entochondriten t9—t11 und t'9—t'11 können Muskeln an die Spinnwarzen abzweigen; diese Muskeln befinden sich stets innerhalb von den genannten Rumpfmuskelzügen, im übrigen aber in einer verschiedenartigen Lagebeziehung zu ihnen und ziehen an eine der vorhandenen Spinnwarzen. Die bei allen untersuchten Spinnen gleiche Anordnung der ventralen Rumpfmuskelzüge wird als Bezugsbasis für die Benennung der Spinnwarzenmuskulatur genommen. Dabei wird von *Grammostola* ausgegangen, weil sie unter den hier untersuchten Araneen — abgesehen von ihrem Mangel an vorderen Spinnwarzen — die reichhaltigste Spinnwarzenmuskulatur, vor allem auch innerhalb ihrer sehr großen hinteren Spinnwarzen, besitzt.

Bei der Benennung der Spinnwarzenmuskeln wurde folgendermaßen verfahren. Muskeln, die zu den vorderen Spinnwarzen ziehen, sind immer mit „v“ bezeichnet; entsprechend werden die an den mittleren Spinnwarzen bzw. hinteren Spinnwarzen inserierenden Muskeln mit „m“ und „h“ gekennzeichnet. Die am Colulus bzw. am Cribellum ansetzenden Muskeln tragen die Symbole „co“ und „cr“. Wenn beispielsweise ausgehend vom Entochondriten t10 ein Muskel lateral vom Rumpfmuskel t10—t11 aber medial vom Rumpfmuskel t'10—t'11 an die hinteren Spinnwarzen zieht und dort ansetzt, so erhält er die Bezeichnung „hx“, wobei hier zunächst x für eine Zahl steht. Für die Benennung und spätere Homologisierung eines Muskels ist nicht nur seine besondere Lage innerhalb von der Ventralmuskulatur wesentlich, sondern auch der Entochondrit von dem der Muskel ausgeht. Die Numerierung schreitet stets vom medial laterad fort.

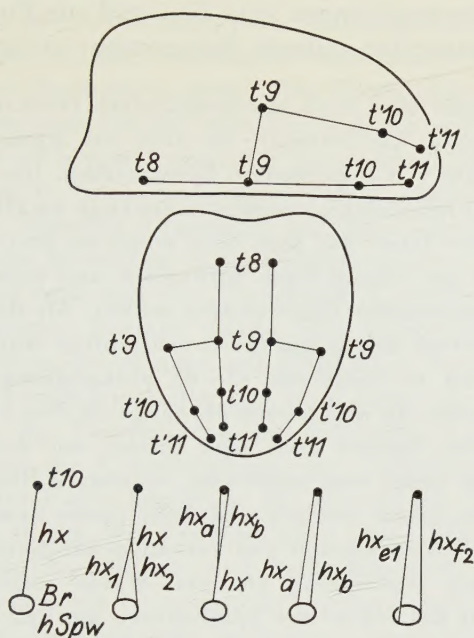


Abb. 1* Schematische Darstellung der Rumpfmuskelzüge im Opisthosoma. Oben in Seitenansicht, Mitte in Aufsicht. Unten schematische Darstellung der Muskelbenennung (vgl. Kap. II).

Gibt dieser Muskel „hx“ in seinem Verlauf Äste ab, die an anderen Stellen der Spinnwarze ansetzen, so erhalten diese Äste die Bezeichnung „hx₁“ oder „hx₂“. Beginnt der Muskel schon mit zwei Ästen am Entochondriten, die sich in ihrem weiteren Verlauf vereinigen, so tragen diese Äste die Bezeichnung „hx_a“ und „hx_b“. Setzt bei anderen hier untersuchten Arten derselbe Muskel „hx“ an anderer Stelle der Spinnwarze an, so wird das ebenfalls durch unterschiedliche Indices ausgedrückt. Treten bei anderen Arten an Stelle eines Muskels „hx“ zwei Muskeln auf, so werden diese mit unterschiedlichen Buchstabenindices bezeichnet, als z. B. „hx_e“ und „hx_f“. Geben diese beiden Muskeln Äste ab, oder treten sie bei anderen Arten mit anderer Inserierung an der Spinnwarze auf, so erhalten sie z. B. die Bezeichnungen „hx_{e1}“ oder „hx_{f4}“ (Abb. 1).

Muskeln, die bei verschiedenen Arten am gleichen Entochondriten ansetzen und auch in gleicher topographischer Lage zur gleichen Spinnwarze ziehen, erhalten also durchweg die gleiche Grundbezeichnung, nur ihre Indices können mit den Ansatzstellen wechseln.

* Alle Abbildungen wurden nach dem Original gezeichnet. Sämtliche Abbildungen von der im Opisthosoma liegenden Spinnwarzenmuskulatur wurden in Form von aus der Medianebene gewonnenen Seitenansichten in eine Körperhälfte dargestellt (Ausnahmen Abb. 4, 23 und 26, die Aufsichten aus der Horizontalebene darstellen).

III. Untersuchungen zum Bau und zur Funktion der Muskulatur der äußeren Spinnorgane einiger Araneen

Die Araneen sind eine wohlbegründete Ordnung der Arachnida (Arthropoda; Chelicerata). Sie sind vor allem ausgezeichnet durch den Besitz von sogenannten Spinnwarzen. Das sind 1-, meist 2-, seltener mehrgliedrige, bewegliche Anhänge am Hinterleib (Opisthosoma) dieser Tiere. Sie sind dort meist zu drei, seltener vier, zwei oder gar nur einem Paar vorhanden und müssen als umgewandelte opisthosomale Extremitäten gelten. An der Außenfläche dieser Spinnwarzen liegen die meist zahlreichen Ausführungsgänge der im Opisthosoma zu mehreren (2—6) vorhandenen Spinndrüsen. Und zwar münden die Drüsenausführungsgänge an den Spinnwarzen in den sogenannten Spulen. Dies sind kleine, auf dem Integument der Spinnwarze meist sehr zahlreiche, cuticulare Röhrchen, die zuweilen noch aus einem zweiten und dann passiv beweglichen Glied bestehen. Die Spulen können von verschiedener Größe sein und in unterschiedlicher Anordnung auf der Warze stehen. Aus ihren Öffnungen tritt das Sekret der Spinndrüsen aus und erhärtet unter Bildung sehr feiner Fäden an der Luft. Mit Hilfe dieser Fäden sind die Araneen einmal in der Lage, Kokons zum Schutze ihrer Eier zu bauen. Dies ist wahrscheinlich die ursprüngliche Funktion des Spinnvermögens der Araneen und bei vielen ihrer Familien bleibt sie auch hierauf beschränkt. Bei sehr vielen Araneen aber ist das Spinnvermögen darüber hinaus für Möglichkeiten des Beuteerwerbes dieser räuberischen Tiere entwickelt worden, die sich von kleineren Arthropoden ernähren.

Im entwickeltsten Falle werden die bekannten Netze angelegt. Die einfachste Form dieser Art von Beutefang liegt bei den Hersiliidae, Gnaphosidae und Jagdspinnen vor, die ihre Beute lediglich blitzschnell mit einem breiten Fadenband überwerfen. Das Sekret der Spinndrüsen wird hier also direkt im Moment des Beutefangs eingesetzt. Dagegen legen die eigentlichen Netzspinnen schon vor dem Auftreten der Beute netzähnliche oder netzartige Gebilde an. Die einfachsten Netzformen werden durch die urtümlichen Mesothelae und die Ctenizidae (Orthognatha) gebaut; diese in Röhren lebenden Vertreter der Araneen tapezieren einmal die Röhre mit Spinnfäden aus und legen außerhalb der Röhre Stolperfäden an, die ihnen die Anwesenheit von Beute anzeigen. Sie selbst verlassen dann die Wohnröhre und überwältigen die Beute. Eine schon kom-

pliziertere Art der Verwendung von Spinnfäden stellt die Anlage eines Decknetzes dar. Der Ausgangsort eines solchen Netzes ist auch hierbei eine aus Spinnfäden bestehende Röhre, die aber sowohl in der Erde liegen kann als auch zwischen Gräsern und Halmen. Letzteres ist der Fall bei den auch hier untersuchten Agelenidae und Hahnidae, und in Konvergenz dazu treten solche Netze bei den in Felsspalten lebenden Dipluridae auf. Eine davon etwas abgewandelte Art des Beutefangs führt *Grammostola* vor, die die Beute überwältigt und dann eine Art „Tischdecke“ herstellt, die den Decknetzen der anderen Formen gleicht. Ein wesentlicher Fortschritt für den Beutefang der Spinnen mit Hilfe eines Netzes ist die Verwendung von Klebfäden. Dabei sind zwei Arten von Klebfäden zu unterscheiden: die Tropfenfäden der Araneidae, Linyphiidae und Theridiidae und die Cribellumfäden der Cribellaten. Unter Verwendung solcher Fäden kommt es zur Herstellung der kompliziertesten Netze z. B. zum Bau von Radnetzen (Araneidae, Uloboridae), Fußangelnetzen (Theridiidae) und Baldachinnetzen (Linyphiidae). In die hier vorliegende Untersuchung wurden hauptsächlich Vertreter einbezogen, die Decknetze herstellen (Agelenidae, Dipluridae, Theraphosidae). Wie aus Kapitel I ersichtlich, wurden die Amaurobidae, Sicariidae und Hersiliidae aus anderen Gründen für diese Untersuchung wesentlich.

Die Anlage so komplizierter Netze wird den Araneen besonders dadurch ermöglicht, daß ihre Spinnwarzen im Laufe der Evolution an das Ende des Opisthosomas verlagert wurden. Ursprünglich besaßen die Arachnida 19 Körpersegmente und Acron und Telson, wie es noch bei den Skorpionen zu erkennen ist. Die Araneen weisen bei ihren urtümlichsten Vertretern (*Lipistius*; Mesothelae) 18 Körpersegmente auf, davon entfallen auf das Opisthosoma die Segmente 7—18, bzw., wenn man die Zählung am 7. Körpersegment beginnt, die Hinterleibssegmente 1—12. Äußerlich ist die Segmentierung des Opisthosomas bei dem auch sonst in vielen Hinsichten urtümlichen *Lipistius* (Mesothelae) deutlich sichtbar, während bei allen übrigen Araneen äußerliche Anzeichen der Metamerie bis auf die Unterscheidbarkeit der beiden großen Tagmata, Cephalothorax und Opisthosoma, völlig geschwunden sind. Im Innern des Opisthosomas sind definierbare Anzeichen der Metamerie aber deutlich erhalten. Denn die dorsale Längsmuskulatur zeigt hier noch eine deutliche Metamerie, und für die metamere laterale und mediale, ventrale Rumpfmuskulatur sind die segmentalen Ansätze in Form

der sogenannten Entochondriten besonders auffällig entwickelt. In Zusammenhang mit der Reduktion der Körpersegmente auf 12 (außer bei *Lipistius*, der 18 Körpersegmente besitzt, und *Heptathela*¹, die 13 oder 14 Körpersegmente hat) sind nur noch die Entochondriten t8—t12 erhalten; von ihnen kann vielfach der Letzte (t12) verschwinden.

Die Gliedmaßenanlagen des 8. und 9. Körpersegmentes (2. und 3. Hinterleibssegmentes) wurden in Atemorgane umgewandelt, während die Gliedmaßenanlagen des 10. und 11. Körpersegmentes (4. und 5. Hinterleibssegmentes) zu den äußeren Spinnorganen wurden. Die Spinnorgane lagen also ursprünglich ventral in der Mitte des Hinterleibes. Dieser Zustand wird uns heute nur noch bei *Lipistius* vorgeführt, der alle 18 Körpersegmente voll ausgebildet. Bei allen übrigen Araneen strecken sich jedoch meist das 9. seltener das 10. Körpersegment und damit werden die Spinnwarzen an das Hinterende verlagert, da außerdem noch die Körpersegmente 13—18 zurückgebildet werden und mit ihren ventralen Anteilen bei allen übrigen Gruppen verschwunden sind. Am 10. und 11. Körpersegment (4. und 5. Hinterleibssegment) werden ursprünglich pro Segment 2 Paar Spinnwarzen ausgebildet, je ein Paar innere und ein Paar äußere. Diese ursprünglich je zwei Paar von Spinnwarzen auf 4. und 5. Hinterleibssegment kommen zustande durch embryonal oder frühpostembryonal ablaufende Verdopplung der ursprünglich an jedem dieser Segmente nur in einem Paar vorhandenen Extremitätenanlagen (Kautzsch, 1909/10), Yoshikura, 1954). Diese vier Paar Spinnwarzen treffen wir noch bei *Lipistius* an (Mesothelae) (Abb. 41). Sie werden in der Literatur als vordere seitliche Spinnwarzen und vordere mittlere Spinnwarzen für die Spinnorgane des 10. Körpersegmentes und hintere seitliche und hintere mittlere Spinnwarzen für die Spinnorgane des 11. Körpersegmentes bezeichnet. Davon hat im Laufe der Entwicklung das vordere mittlere Spinnwarzenpaar Abwandlungen erfahren (Cribellum, Colulus oder es ist sogar in den meisten Fällen völlig reduziert). Die anderen drei Paare sind als vordere Spinnwarzen für das verbleibende Paar des 10. Körpersegmentes, als mittlere Spinnwarzen für das innere Paar und als hintere Spinnwarzen für das seitliche Paar des 11. Körpersegmentes in die Literatur eingegangen. Diese drei Paar Spinnwarzen sind bei den meisten Araneen erhalten.

¹ Angabe Yoshikuras für *Heptathela* Kishida, 1958.

Jedoch zeigen die Orthognatha² vielfach eine Reduktion der Spinnwarzen auf nur zwei oder gar nur ein Paar. Hier tritt die Frage auf, welches Paar oder welche Paare der bei den labidognathen Spinnen vorhandenen drei Spinnwarzenpaaren bei der Mehrzahl der Orthognathen reduziert worden ist. Für die Orthognathen mit nur zwei erhaltenen Paaren von Spinnwarzen konnte in den folgenden Untersuchungen die Anschauung gestützt werden, daß hier die hinteren äußeren und hinteren mittleren Spinnwarzen (11. Körpersegment) erhalten geblieben sind. Orthognathen mit nur einem Spinnwarzenpaar konnten nicht untersucht werden.

Unterordnung: Ecribellatae,
Sektion: Orthognatha

1. Die Spinnwarzen und ihre Muskulatur bei den Theraphosidae
(Avicularidae)

a) Morphologische Untersuchungen an *Grammostola spec.*

Die Theraphosidae sind in den Tropen und Subtropen aller Erdteile, insbesondere Südamerikas, beheimatet. Die hier untersuchten *Grammostola*-Arten stammten durchweg aus Südamerika. Die beiden Exemplare, die lebend beobachtet werden konnten, kamen, wie bereits erwähnt, aus Ecuador. Das für die morphologischen Untersuchungen benutzte Material war nur bis zur Gattung bestimmt, es enthielt möglicherweise mehrere Arten; es wurden 15 Exemplare beiderlei Geschlechts untersucht. Die Vertreter der Gattung *Grammostola* gehören zu den größten der rezenten Araneen; sie können eine Körperlänge von 9—10 cm erreichen.

Für eine Aufhellungsmethode ist *Grammostola* nicht geeignet. Die Muskulatur ist sehr breit und bandförmig und ist nicht im polarisierten Licht zu erkennen. Zum anderen ergeben sich weitere Schwierigkeiten, die Muskulatur in den Spinnwarzen überhaupt polarisationsoptisch sichtbar zu machen, weil sehr viel Guanin in das Integument eingelagert ist. Lage und Verlauf der Muskeln kön-

² Die Bezeichnungen orthognath und labidognath beziehen sich auf die bei den großen Gruppen der Araneen unterschiedliche Funktionsweise der Cheliceren. Die orthognathen Cheliceren der Mesothelae und Orthognatha arbeiten parallel nebeneinander in der Bewegungsrichtung senkrecht zur Frontalebene der Tiere, während die labidognathen Cheliceren der Labidognatha, Ecribellatae und Cribellatae zangenartig gegeneinander arbeiten mit der Bewegungsrichtung in der Frontalebene des Tieres.

nen hier nur durch Sektion geklärt werden. Die hinteren Spinnwarzen wurden zu diesem Zweck vom Körper her von der Chitindecke befreit und die Lage der Muskeln in einzelnen Skizzen festgehalten. Für die Frage der Ansätze der Muskeln in den hinteren Spinnwarzen wurden diese der Länge nach aufgeschnitten.

Grammostola besitzt zwei Paar Spinnwarzen. Die topographisch vorderen Spinnwarzen sind eingliedrig, zarthäutig, einfach

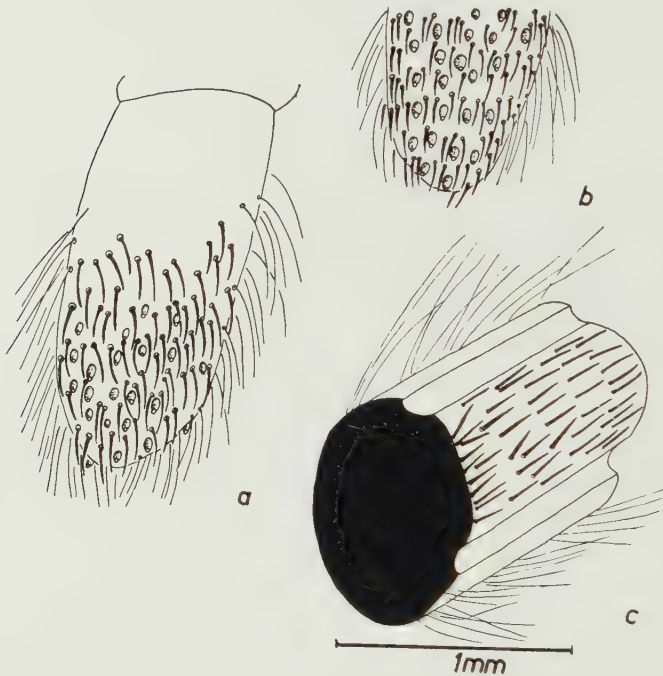


Abb. 2 *Grammostola spec.*

- a) Linke mittlere Spinnwarze in Medianansicht.
- b) Hintere Spinnwarze in Medianansicht, nur die Spitze.
- c) Querschnitt durch die hintere Spinnwarze, die Spulen sind weggelassen, die Behorstung wurde eingezeichnet. Deutlich sichtbar sind die beiden Rinnen auf der Ventralseite.

gebaut (Abb. 2 a) und werden durch den Anelhügel von dorsal her geschützt. Die topographisch hinteren Spinnwarzen sind viergliedrig, sehr lang (0,9—1,2 cm bei 4—5 cm langem Opisthosoma) und werden in Ruhe dorsad an den Körper gelegt. Derbe, bewegliche Verbindungshäute zwischen den einzelnen Gliedern ermöglichen es, diese Glieder ineinander zurückzuziehen. Auf den drei distalen

Gliedern sind zahlreiche Spinnspulen ganz regelmäßig über die ventrale Fläche verteilt (Abb. 2 b).

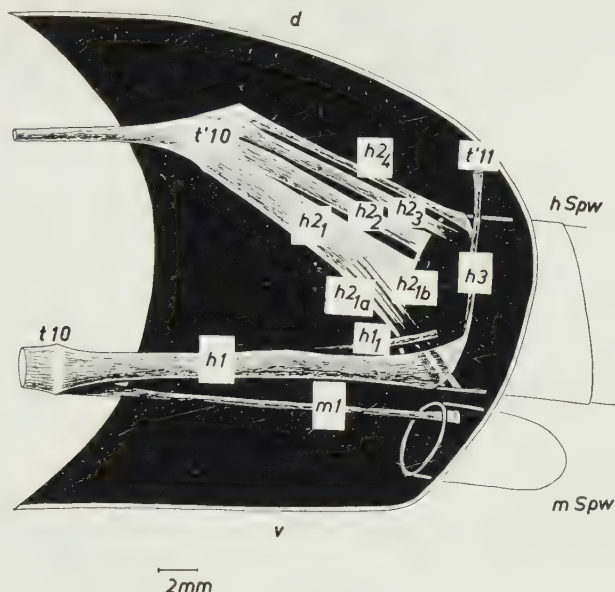
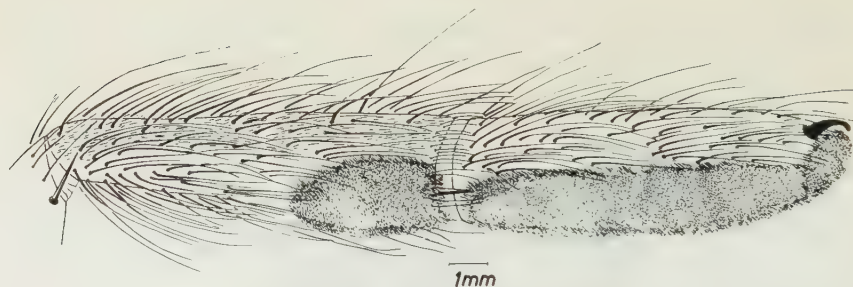


Abb. 3 *Grammostola spec.*
Seitenansicht in eine Hälfte des Hinterleibes. Die Spinnwarzenmuskulatur wurde eingezeichnet.

Auffällig ist auch die äußere Gestalt der hinteren Spinnwarze. Im Querschnitt (Abb. 2 c) sind auf der Ventralseite zwei parallel laufende Rinnen zu erkennen, sodaß die Spulen auf einem etwas erhöhten Damm stehen. Die Spulen sind eingestreut zwischen der allgemeinen Behorstung, die ventral aus kurzen, harten Borsten besteht, während die ganze restliche Wand der hinteren Spinnwarze mit langen, dünnen Haaren bekleidet ist (Abb. 2 b). Die gleiche Anordnung von starren Borsten ventral und langen, dünnen Haaren dorsal ist im distalen Drittel der Tarsen und auf den Prätersen der Laufbeine zu beobachten (Abb. 4). Ein Querschnitt durch die Beinabschnitte zeigt ebenfalls zwei parallel laufende ventrale Rinnen. Diese Feststellung ist vielleicht wesentlich in Zusammenhang mit der phylogenetischen und ontogenetischen Spinnwarzenentwicklung aus opisthosomalen Extremitätenanlagen. Die Muskelversor-

Abb. 4 *Grammostola spec.*

Metatarsus und Prätarsus des ersten Beines in Seitenansicht, oben dorsal.

gung der Laufbeine ist auch insofern mit den entsprechenden Verhältnissen bei den Spinnwarzen zu vergleichen, als auch die Laufbeine keine echten Gelenke zwischen ihren einzelnen Gliedern ausbilden und nur mit Beugemuskulatur versehen sind. Im einzelnen bin ich diesem Thema nicht nachgegangen.

Die Spulen auf der hinteren Spinnwarze sind eingliedrig, tüllförmig und ziemlich groß (Abb. 2 b). Die kurzen starren Borsten, die bereits erwähnt wurden, dienen höchstwahrscheinlich zur Verbindung der Fadenbänder miteinander. Beim Anlegen einer Gewebedecke fährt *Grammostola* stets nach Abgabe einiger Spinnfäden mehrfach mit der hinteren Spinnwarze über das Gewebe. Danach sind die zunächst bandartigen Fäden miteinander verbunden. Es ist anzunehmen, daß die kurzen, starren Borsten diese Verbindung der einzelnen Fadenbänder ausführen.

Die Spinndrüsen füllen $\frac{5}{6}$ des Hinterleibes aus. Ihre Ausführungsgänge liegen zwischen den einzelnen Muskelzügen der hinteren Spinnwarze.

Die Muskelanordnung im Opisthosoma ist bei *Grammostola* recht ursprünglich und erinnert an die Verhältnisse, die Millo t (1933) für *Lipistius* (Mesothelae) beschrieben hat. Alle vier medialen Entochondriten sind vorhanden. Von den lateralen Entochondriten sind nur die beiden ersten t'9 und t'10 durch einen Muskel verbunden, während der t'11 ohne Verbindung mit dem t'10 ist (Abb. 3). Das Fehlen dieses Verbindungsmuskels t'10—t'11 ist nicht als ursprünglich anzusehen. Die Muskeln, die zu den Spinnwarzen ziehen, entstammen der medialen und lateralen, ventralen Rumpfmuskulatur. Am t10 entspringt der einzige an die topographisch

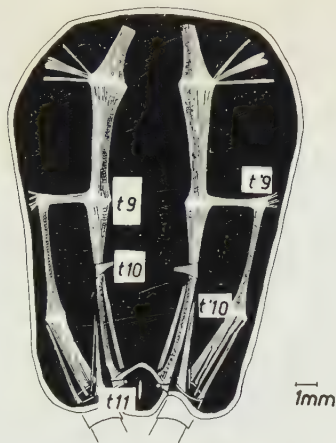
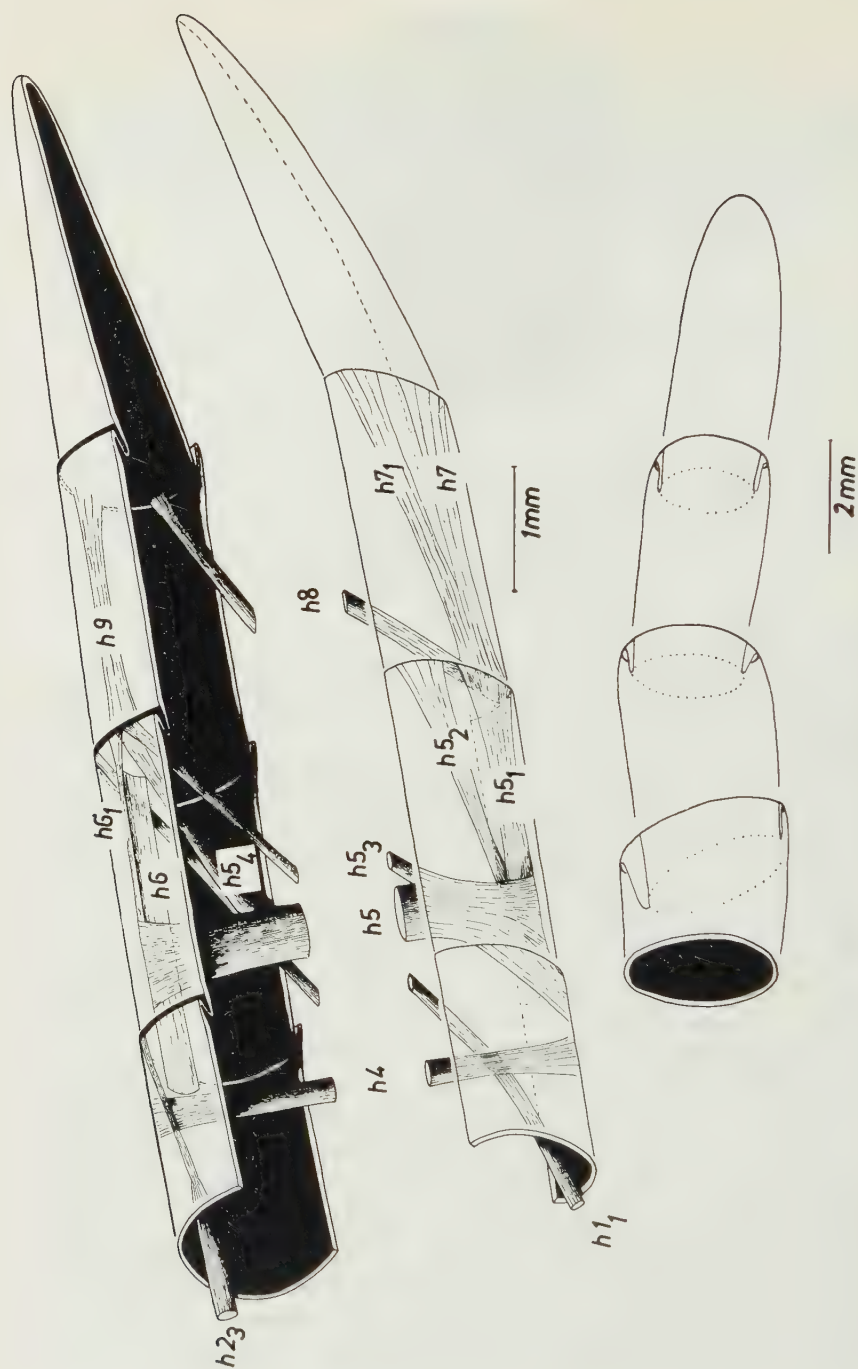


Abb. 5 *Grammostola spec.*
Aufsicht in eine Seite des Hinterleibes, die ventrale Rumpfmuskulatur ist eingezeichnet. Der Entochondrit t'11 wurde weglassen.

vorderen Spinnwarzen ziehende Muskel m 1 (Abb. 3). Die hinteren Spinnwarzen werden vom t10 her mit einem sich aufzweigenden Muskel hl versorgt.

Dieser kräftige Muskel hl setzt medio-ventral an die hintere Spinnwarze an und dient offensichtlich dazu diese Spinnwarze zum Teil in den Hinterleib einzuziehen. Sein distal vom t10 abgehender Ast hl₁ (Abb. 3) durchzieht das proximale Glied der Spinnwarze und endet dorso-lateral am Ende ihres zweiten Gliedes (Abb. 6). Über seine Aufgabe wird noch zu sprechen sein. Die Hauptversorgung der hinteren Spinnwarze mit Muskulatur erfolgt bei *Grammostola* aber von der lateralen Sehnenmasse t'10. Von diesem Entochondriten zieht zum lateralen Rand der hinteren Spinnwarze ein breiter, bandförmiger Muskelkomplex h2, der sich mehrfach aufgliedert. Der am weitesten medial verlaufende Muskel h2₁ gibt kurz vor seinem Ansatz an den Basalrand der Spinnwarze zwei kleine Äste ab: h2_{1a} und h2_{1b}, die ventral an der Innenwand des ersten Spinnwarzengliedes ansetzen (Abb. 3). Ein weiterer Ast dieses h2-Komplexes setzt weiter lateral am Basalrand der Spinnwarze an (h2₂). Der Muskel h2₃ durchzieht das proximale Glied der Spinnwarze, setzt sich in ihm als Sehne fort und endet dorso-lateral am Vorderrande des zweiten Gliedes (Abb. 3 und 6). Am

Abb. 6 *Grammostola spec.*

Darstellung beider Hälften eines Medianschnittes durch die hintere Spinnwarze (rechte), Muskulatur eingezeichnet. Unten: Linke hintere Spinnwarze ohne Muskulatur.

dorsalen Rand der hinteren Spinnwarze setzt schließlich noch der ebenfalls zum h2-Komplex gehörende Muskel h2₄ an. Der vom t'11 kommende Muskel h3 inseriert am gesamten medialen Basalrand der Spinnwarze.

Zahlreiche Muskeln liegen in der Spinnwarze selbst. Dabei ist besonders auffallend, daß der Muskel h4 transversal durch die Spinnwarze verläuft (Abb. 6). Dafür gibt es in der Extremitätenmuskulatur der Spinnen, soweit bisher bekannt, keine Parallelen. Es wird bei den Überlegungen zur Funktion der Muskulatur noch darüber zu sprechen sein, welche Aufgaben dieser Muskel etwa erfüllen könnte (S. 44). Im übrigen ziehen die Muskeln in den Spinnwarzen von Glied zu Glied, sodaß die Glieder alle gegeneinander beweglich sind. Auffällig ist ferner, daß die Muskeln in den hinteren Spinnwarzen hauptsächlich dorsal ansetzen (Abb. 6). Das Endglied der Spinnwarze besitzt keine Muskulatur und läßt sich so mit den Verhältnissen im Prätarsus der Laufbeine vergleichen. Sehr viele Muskeln setzen am proximalen Rand des dritten Gliedes an (h5₁, h5₂, h5₃, h5₄, h6 und h6₁ (Abb. 6)).

b) Funktionelle Untersuchungen an *Grammostola spec.*

Die Gattung *Grammostola* baut für den Beutefang keine Netze. Die Spinnen legen aber Gewebe an, wenn sie bereits Beute gefangen haben. Sie spinnen dann, die Beute zwischen den Cheliceren, ein deckenförmiges Gewebestück. Beim Spinnen werden die hinteren Spinnwarzen ventrad geklappt und unter ständiger Hin- und Herbewegung des Hinterleibes von medial nach lateral und gleichzeitig auf- und abbewegt. Die dabei austretenden Spinnfäden werden durch die schon erwähnten kurzen, starren Borsten noch verflochten. Danach dreht sich die Spinne und spinnt über die erste Decke noch eine zweite, sodaß ein sehr festes, engmaschiges und mit der Schere schneidbares Gewebe entsteht. Nach Beendigung des Gewebebaues legt *Grammostola* die Beute auf dem Gespinst nieder und überspinnt sie noch einmal lose. Die beobachteten Bewegungen sind mit der vorhandenen Muskulatur folgendermaßen in Beziehung zu setzen.

In Ruhelage liegen die hinteren Spinnwarzen dorsad dem Hinterleib an. Beim Spinnen müssen sie zunächst einmal ventrad bewegt werden. Da hier, wie gleichzeitig und unabhängig von den Ergebnissen P a r r y s (1960) nachgewiesen werden konnte, in

den Spinnwarzen nur Beugemuskeln vorkommen, muß die Streckung mit einer örtlichen Erhöhung des Blutdruckes vorgenommen werden. Neben der Erhöhung des Blutdruckes wirkt bei *Grammostola* der sehr kräftige Muskelkomplex h5 (Abb. 6), der im kontrahierten Zustand die Muskeln h5₂, h5₃ und h5₄ anspannt und dadurch eine Dorsalstellung der beiden distalen Spinnwarzenglieder verursacht. Wird dieser Muskel h5 entspannt, so klappt die Spinnwarze ventrad ab. Während des Spinnvorganges führt die Spinne mit der hinteren Spinnwarze ständig Bewegungen von medial nach lateral durch und bewegt sie außerdem gelegentlich auf und ab. Bei Beginn des Spinnvorganges schwenkt sie ihre Spinnwarzen laterad. Medial und lateral verschieden lange Gelenkhäute zwischen dem ersten und dem zweiten Glied der Spinnwarze (Abb. 6 unten) ermöglichen die Beweglichkeit der teleskopartig ineinandersteckenden Glieder. Die Gelenkhaut gestattet auf der Medialseite eine stärkere Exkursion in der Beweglichkeit der beiden von ihr verbundenen Glieder, da sie medial länger ist als dorsal. Mit Hilfe der Muskeln h2₃, h6 und h9 wird dann die Spinnwarze laterad gezogen (Abb. 6). Als Antagonisten dieser Muskeln sind die Muskeln h5₁ und h7 anzusehen, die die hintere Spinnwarze wieder mediad bewegen. Das Auf- und Abtupfen beim Spinnen ist eine Wechselwirkung des Muskels h8, der das für diese Bewegung wichtige distale Glied ventrad bewegt, mit den Muskeln h5, h5₁, h5₂, h5₄, und h1₁, die die Spinnwarze aufwärts bewegen. Nach der Anlage des Gewebes wird die Spinnwarze vom Muskel h1 und den Muskeln des h2-Komplexes (Abb. 3) in die Ruhelage zurückgeführt.

Der Muskel m1 der topographisch vorderen Spinnwarzen bewirkt nur das Anlegen dieser Spinnwarzen an den Hinterleib in der Ruhelage. Auffällig ist innerhalb der hinteren Spinnwarze der Muskel h4, der transversal durch die Spinnwarze verläuft (Abb. 6). Solche Muskelzüge kommen in Arthropoden-Extremitäten — soweit bislang bekannt — sonst nicht vor. Daher kommt vielleicht diesem Muskelzug eine in ihrer Besonderheit nur für die Spinnwarzen wichtige Funktion zu. Man könnte sich vorstellen, daß sie in Zusammenhang mit der Entleerung der Spinnrüsen steht. Zwei Tatsachen stützen diese Vermutung: 1. Die Ausführungsgänge der Rüsen und die Spulen selbst besitzen keinerlei Muskelelemente. 2. Von den hier untersuchten Spinnen verfügen nur die Theraphosidae, Dipluridae und *Amaurobius* über transversal verlaufende Muskeln in der hinteren bzw. (*Amaurobius*) vorderen Spinnwarze.

In den beiden ersten Familien (allerdings nicht bei *Amaurobius*) sind die betreffenden Spinnwarzen ganz mit den Ausführgängen der Spinndrüsen vollgestopft. Es wäre immerhin denkbar, daß dieser transversal verlaufende Muskel h4 einen Druck auf die Ausführgänge ausüben kann.

Die besondere Funktion der Muskeln h5, h5₂, h5₃ und h5₄ für die Dorsalstellung der hinteren Spinnwarze wurde bereits erwähnt (S. 44).

2. Die Spinnwarzen und ihre Muskulatur bei den Dipluridae

a) *Macrothele maculata* Thorell

Die Dipluridae leben in den Tropen und Subtropen aller Erdteile. *Macrothele maculata* kann bis zu 5 cm Körperlänge erreichen und ist in tropischen Gebieten Südamerikas (Brasilien, Venezuela, Columbien) beheimatet. Untersucht wurden 11 Exemplare beider Geschlechter.

Bei *Macrothele* sind die hinteren Spinnwarzen ebenso lang wie der Hinterleib (Abb. 7). Die topographisch vorderen Spinnwarzen sind klein, zarthäutig und auf der Ventralseite völlig mit Spulen bestanden. Die hinteren Spinnwarzen sind viergliederig. Alle Glieder tragen ventral Spulen. Diese sind im Gegensatz zu den



Abb. 7 *Macrothele maculata* Thorell
Linke hintere Körperhälfte. Es soll das
Größenverhältnis von Hinterleib zu den
hinteren Spinnwarzen gezeigt werden.

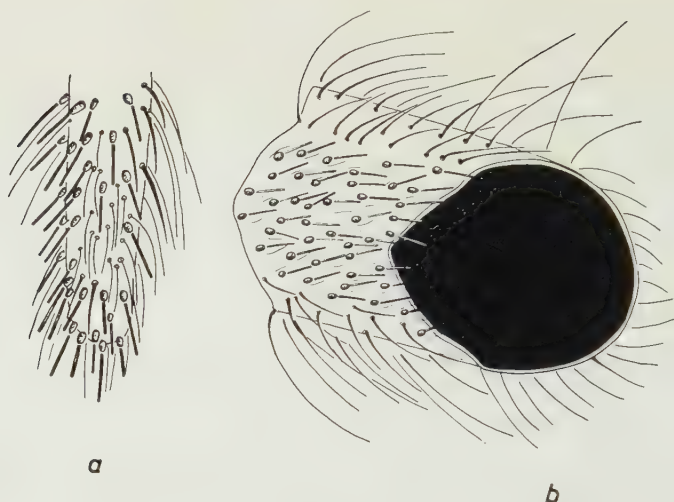


Abb. 8 *Macrothele maculata* Thorell
 a) Spitze der hinteren Spinnwarze in Medianansicht.
 b) Querschnitt durch die hintere Spinnwarze, Ventralseite oben.

Spulen von *Grammostola* zweigliederig (Abb. 8 a). Der Querschnitt durch die hintere Spinnwarze ist kielförmig (Abb. 8 b).

Die Muskulatur, die zu den Spinnwarzen zieht, entstammt auch hier der medialen und lateralen, ventralen Rumpfmuskulatur, die ebenso urtümlich ist wie bei *Grammostola*. Es sind alle medialen und lateralen Entochondriten vorhanden. Zwischen den Entochondriten t'10 und t'11 besteht jedoch im Gegensatz zu *Grammostola* eine Verbindung. Die topographisch vorderen Spinnwarzen (die vergleichend morphologisch mittleren Spinnwarzen des 11. Körpersegmentes) werden nur von einem Muskel m2 versorgt, der an ihrem dorsomedialen Rand ansetzt (Abb. 9 a).

Die Muskulatur der hinteren Spinnwarzen erinnert an die von *Grammostola*. Es fehlen nur die Muskeln h1₁, h2_{1a} und h2_{1b} (Abb. 9 a). Der bei *Grammostola* vorhandene Muskel h2₃ inseriert hier weiter dorsal am Basalrand des zweiten Gliedes, erfüllt aber sicherlich die gleiche Funktion (Muskel h3_{2a}) (Abb. 9 a und 9 b). Die Muskulatur in den hinteren Spinnwarzen ist einfacher als bei *Grammostola*. Der Muskelkomplex h5, der hier durch drei Muskeln h5₁, h5₆ und h5₇ vertreten ist, erfährt nicht eine so charakteristische Aufgliederung wie bei *Grammostola* (Abb. 6 und 9 b). Ebenfalls

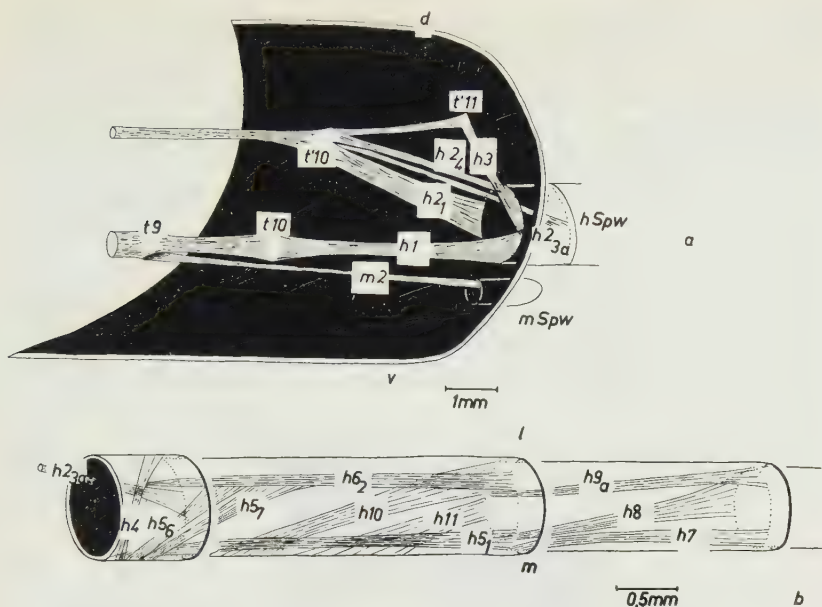


Abb. 9 *Macrothele maculata* Thorell

a) Seitenansicht in den Hinterleib, die Spinnwarzenmuskulatur wurde eingezeichnet.

b) rechte hintere Spinnwarze durchsichtig gedacht, Muskulatur eingezeichnet

vorhanden sind der transversal verlaufende Muskel h4 (S. 44), ein lateral im zweiten Glied verlaufender Muskel h6₂ und die Muskeln h7 und h8. Der lateral im dritten Glied verlaufende Muskel h9_a inseriert ventral am Rande desselben. Am Basalrand des dritten Gliedes setzen im Gegensatz zu *Grammostola* zwei große Muskeln an, die an der medialen Wand des zweiten Gliedes entspringen (h10 und h11) (Abb. 9 b).

Da die Arbeit der Spinnwarzen nicht am lebenden Tier beobachtet werden konnte, können über die einzelnen Muskeln lediglich theoretische Überlegungen angestellt werden. Der Muskel h4 könnte die gleiche Funktion haben wie bei *Grammostola* (S. 44). Die Muskeln h5₆ und h5₇ bewirken zusammen mit dem Muskel h6₂ die Ruhelage der hinteren Spinnwarze. Die Muskeln h10, h11 und h8, die alle ventral an die Spinnwarze ansetzen, verursachen durch ihre Kontraktion ein Ausschwenken der beiden distalen Glieder nach lateral. Während *Grammostola* bei seitlichen Bewegungen ihrer hinteren Spinnwarze die gesamte Spinnwarze nur mit Hilfe der

Muskeln des h2-Komplexes dirigieren muß, kann *Macrothele maculata* durch die ventral ansetzenden Muskeln h10, h11 und h8 die beiden distalen Spinnwarzenglieder unabhängig von der Rumpfmuskulatur bewegen. Deshalb ist anzunehmen, daß es beim Spinnen zu feineren Bewegungen kommt als bei *Grammostola*. Lebend konnte ich Vertreter der Gattung *Macrothele* nicht beobachten.

b) *Hapalopus spec.*

Die Gattung *Hapalopus* wird etwa 5 cm lang und besitzt auch nur zwei Paar Spinnwarzen. Sie lebt ebenfalls in den tropischen Gebieten Südamerikas. Es wurden neun Vertreter beider Geschlechter untersucht.

Die topographisch vorderen Spinnwarzen sind zart gebaut. Ihre zweigliederigen Spulen stehen medial nur auf der distalen

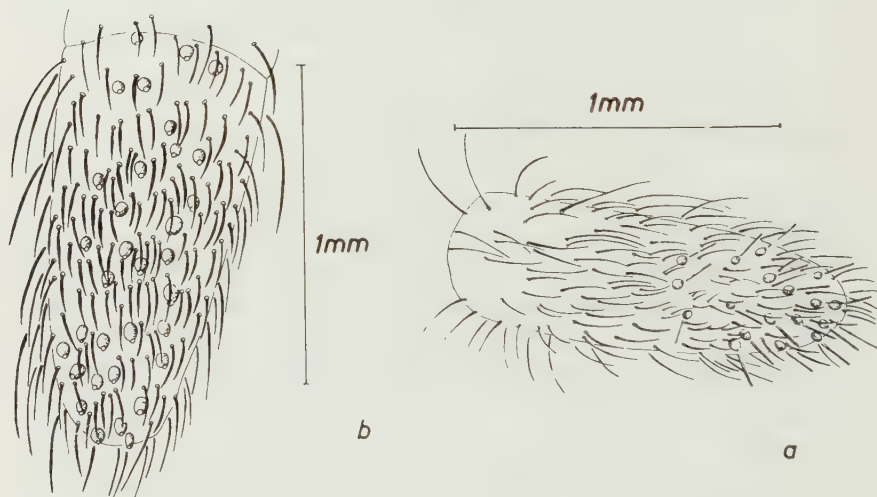


Abb. 10 *Hapalopus spec.*

a) Ventralansicht der mittleren Spinnwarze.

b) Ventralansicht des distalen Gliedes der rechten hinteren Spinnwarze.

Hälfte (Abb. 10 a). Die hinteren Spinnwarzen sind nicht so auffällig lang wie bei den beiden zuvor beschriebenen Arten. Sie tragen eingliederige Spulen, die auf den drei distalen Gliedern verteilt sind und von kurzen, harten Borsten umgeben werden (Abb. 10 b). Dorsal ist die hintere Spinnwarze mit langen, dünnen Haaren bekleidet.

Im Prinzip sind die Muskeln bei *Hapalopus* ebenso angeordnet wie bei *Grammostola* und *Macrothele*. Die topographisch vorderen Spinnwarzen (vergleichend-morphologisch mittleren Spinnwarzen des 11. Körpersegmentes) besitzen nur einen Muskel m_{2_1} , der medio-ventral an dem Rand der Spinnwarze ansetzt (Abb. 11). Die hinteren Spinnwarzen werden von den Entochondriten t_{10} , t'_{10} und t'_{11} mit Muskeln versorgt. Es fehlt ihnen ein Teil der Muskulatur von *Grammostola*. So sind von den am Rande der Spinnwarze ansetzenden Muskeln nur noch h_1 , h_{2_1} , h_{2_4} und h_3 vorhanden (Abb. 11 und 3). Ein dem Muskel h_{2_3} entsprechender Muskel fehlt ebenfalls.

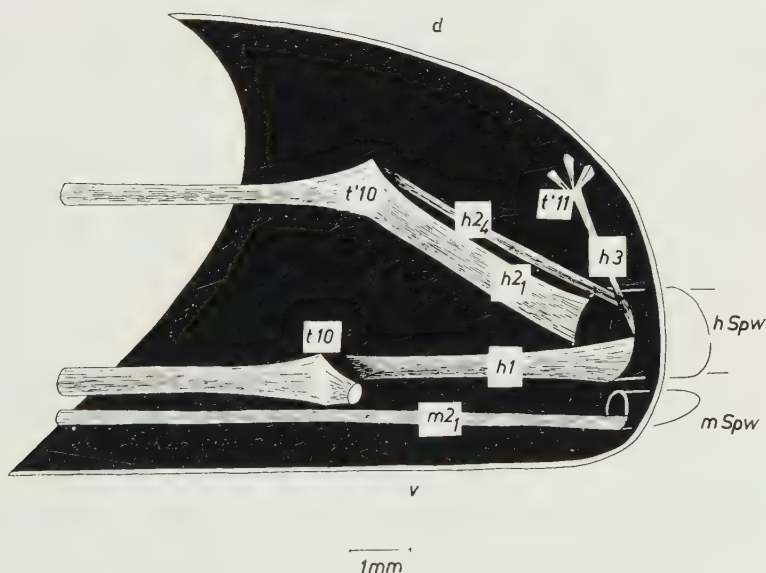
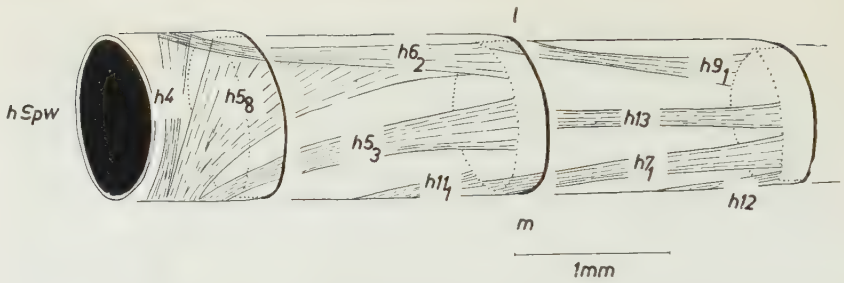


Abb. 11 *Hapalopus spec.*

a) Seitenansicht in den Hinterleib, Spinnwarzenmuskulatur eingezeichnet.

Auch bei *Hapalopus* ist die Medianseite des proximalen Gliedes der hinteren Spinnwarze die Ansatzstelle für eine größere Muskelmasse. Ein Teil davon ist der transversal durch das proximale Glied verlaufende Muskel h_4 (Abb. 12), über dessen mögliche Funktion schon gesprochen wurde (S. 44). Etwas weiter distad entspringen Muskeln, die mit dem h_5 -Komplex von *Grammostola* homologisiert werden können. Unmittelbar verglichen werden kann

Abb. 12 *Hapalopus spec.*

Dorsalansicht der rechten hinteren Spinnwarze, sie ist durchsichtig gedacht und die Muskulatur wurde eingezeichnet.

der Muskel $h5_3$. Der Muskel $h5_8$ setzt fast über die gesamte Länge am Muskel $h6_2$ an (Abb. 12). Im dritten Glied tritt ein neuer Muskel $h1_3$ auf, der dorsal verläuft.

Eine Eigentümlichkeit der hinteren Spinnwarze von *Hapalopus*, die auch schon bei *Macrothele* auftrat, bilden kleine Muskeln, die jeweils medial in der distalen Hälfte eines Gliedes entspringen und am Rande des folgenden Gliedes ansetzen ($h11_1$ und $h12$) (Abb. 12).

Über die Funktion der Spinnwarzenmuskulatur von *Hapalopus* kann ich keine Angaben machen, da ich Vertreter dieser Gattung nicht lebend beobachten konnte. Es ist aber mit Sicherheit anzunehmen, daß für die Dorsalstellung der hinteren Spinnwarzen die Muskeln $h5_3$ und $h1_3$ sorgen (Abb. 12). Der Muskel $h5_8$ hat höchstwahrscheinlich zwei Funktionen. Er kann möglicherweise einen Druck auf die Spinndrüsenausführgänge ausüben (S. 44). Zum anderen wird durch seine Kontraktion der Muskel $h6_2$ mit zusammengezogen, was eine starke Lateralstellung der Spinnwarzen zur Folge hat.

c) *Hexathele hochstetteri* Ausserer

Diese relativ kleine Dipluriden-Art (Körperlänge 0.6 cm) lebt ebenfalls in tropischen Gebieten Südamerikas und besitzt als einzige der hier untersuchten Orthognatha drei Paar Spinnwarzen (Abb. 13). Untersucht wurden hier nur 6 Exemplare beider Geschlechter. Bei rein äußerlicher Betrachtung des Spinnwarzenkomplexes ergibt sich schon, daß in ihrer Gestalt und Lage die mittleren

Spinnwarzen von *Hexathele* den topographisch vorderen Spinnwarzen der zuvor besprochenen Orthognatha entsprechen. Sowohl deren topographisch vordere Spinnwarzen als auch die mittleren Spinnwarzen von *Hexathele* sind zart gebaut und eingliedrig (Abb. 2 a, 9 a, 11 und 13). Die vorderen Spinnwarzen von *Hexathele*

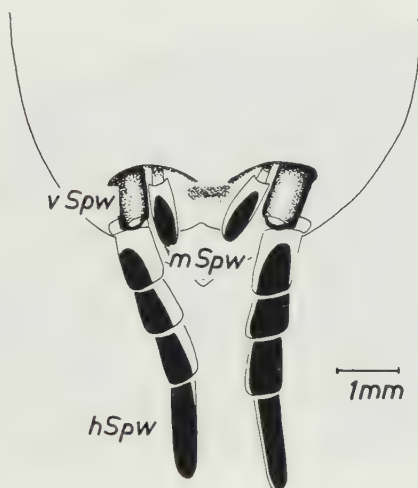


Abb. 13 *Hexathele hochstetteri* Ausserer
Ventralansicht des Spinnwarzenkomplexes,
die mit Spulen bestandenen Flächen wurden
schwarz gezeichnet.

stehen deutlich vor den mittleren Spinnwarzen. sind zweigliedrig und gleichen in ihrem Bau den vorderen Spinnwarzen aller Araneen mit drei Spinnwarzenpaaren. Auf die Vergleichbarkeit der mittleren Spinnwarzen von *Hexathele* mit den topographisch vorderen Spinnwarzen der Orthognatha mit nur zwei Paar Spinnwarzen hatten bereits Simon (1892) und Montgomery (1909) hingewiesen. Die vorderen Spinnwarzen von *Hexathele* besitzen eine kegelförmige Platte, auf der die Spulen stehen. Die hinteren Spinnwarzen sind viergliedrig und tragen auf allen vier Gliedern Spulen.

Ein Vergleich der topographisch vorderen Orthognathen-Spinnwarzen mit den mittleren Spinnwarzen von *Hexathele* schien auch bei der Untersuchung der Muskulatur angebracht. Die Spinnwarzen-

muskulatur gleicht im Grundbauplan derjenigen von *Grammostola* und den Dipluridae. Es sind alle medialen und lateralen Entochondriten vorhanden.

Die vorderen Spinnwarzen des 10. Körpersegmentes werden von den Entochondriten t9, t10, t'9 und t'10 mit Muskeln versorgt

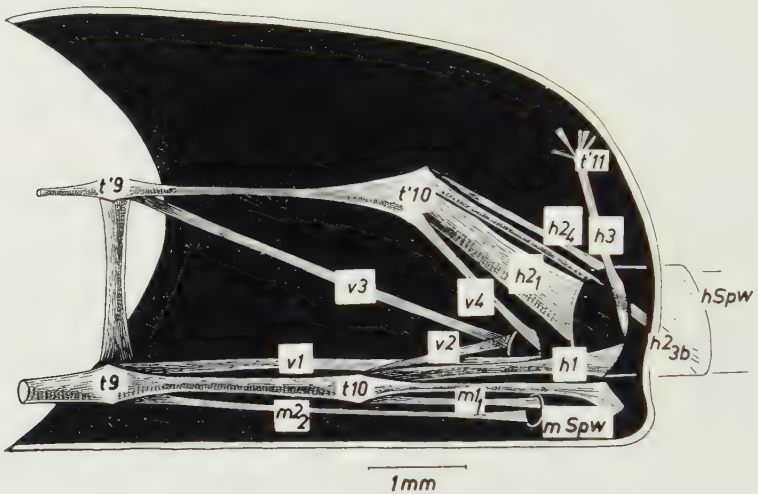


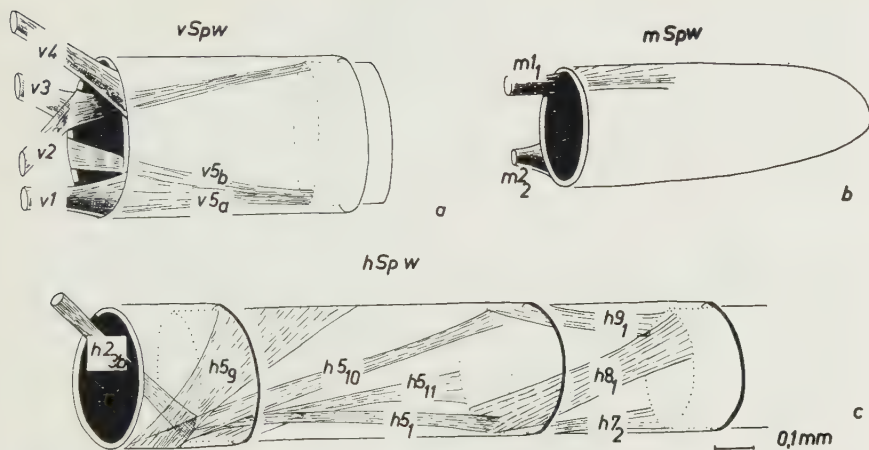
Abb. 14 *Hexathele hochstetteri* Ausserer

Seitenansicht in den Hinterleib, Spinnwarzenmuskulatur wurde eingezeichnet, desgleichen vordere Spinnwarze.

(Abb. 14). Wie aus den Abbildungen 14 und 15 a ersichtlich ist, ziehen die Muskeln v1, v2 und v4 nur an den Rand der Spinnwarze. Der Muskel v3 dagegen verläuft vom Basalrand aus weiter und endet lateral an der Spulenplatte. Ein ventral am Basalrand der vorderen Spinnwarze entspringender Muskel v5_b, zieht zum medialen Rand der Platte und erhält einen Nebenzweig v5_a, der medio-dorsal am Rande der Spinnwarze ansetzt und sich mit v5_b vereinigt (Abb. 15 a). Diese beiden Züge wirken offenbar als Antagonisten zum Muskel v3.

Die mittleren Spinnwarzen zeigen eine ganz ähnliche Muskelversorgung wie die topographisch vorderen Spinnwarzen der zuvor beschriebenen Orthognathen-Arten. Sie besitzen allerdings im Gegensatz zu diesen zwei Muskeln (m2₂ und m1₁) (Abb. 15 b), die mit

den entsprechenden Muskeln der anderen Arten homolog sind (Abb. 15 b, 3 und 9 a).

Abb. 15 *Hexathele hochstetteri* Ausserer

- Rechte vordere Spinnwarze durchsichtig gedacht mit an ihr ansetzender und in sie hineinziehender Muskulatur.
- Rechte mittlere Spinnwarze durchsichtig gedacht mit ansetzender Muskulatur.
- Medianansicht der rechten hinteren Spinnwarze, durchsichtig gedacht, Muskulatur eingezeichnet, Endglied der Spinnwarze weggelassen.

Die hinteren Spinnwarzen weisen mit geringfügigen Abweichungen eine ähnliche Muskulatur auf, wie die der anderen Orthognathen-Arten. Auch die Muskeln in den hinteren Spinnwarzen entsprechen schon dem bekannten Schema. Es fehlt hier allerdings der transversal verlaufende Muskel h4. Aus dem Muskelkomplex h5 entspringen im medialen Bereich des Basalgliedes zahlreiche Muskeln. Der Muskel h5₉ inseriert lateral an der Wand des zweiten Gliedes (Abb. 15 c), Die Muskeln h5₁, h5₁₀ und h5₁₁ ziehen vom gleichen Ansatzpunkt zum medio-dorsalen, latero-dorsalen bzw. ventralen Rand des dritten Gliedes. Im dritten Glied liegen nur zwei ventral ansetzende Muskeln h9₁ und h7₂ und ein schräg durch dieses Glied verlaufender Muskel h8₁ (Abb. 15 c).

Über die Funktion des Spinnapparates von *Hexathele* kann ich nichts mitteilen, da ich diese Art nicht lebend beobachten konnte.

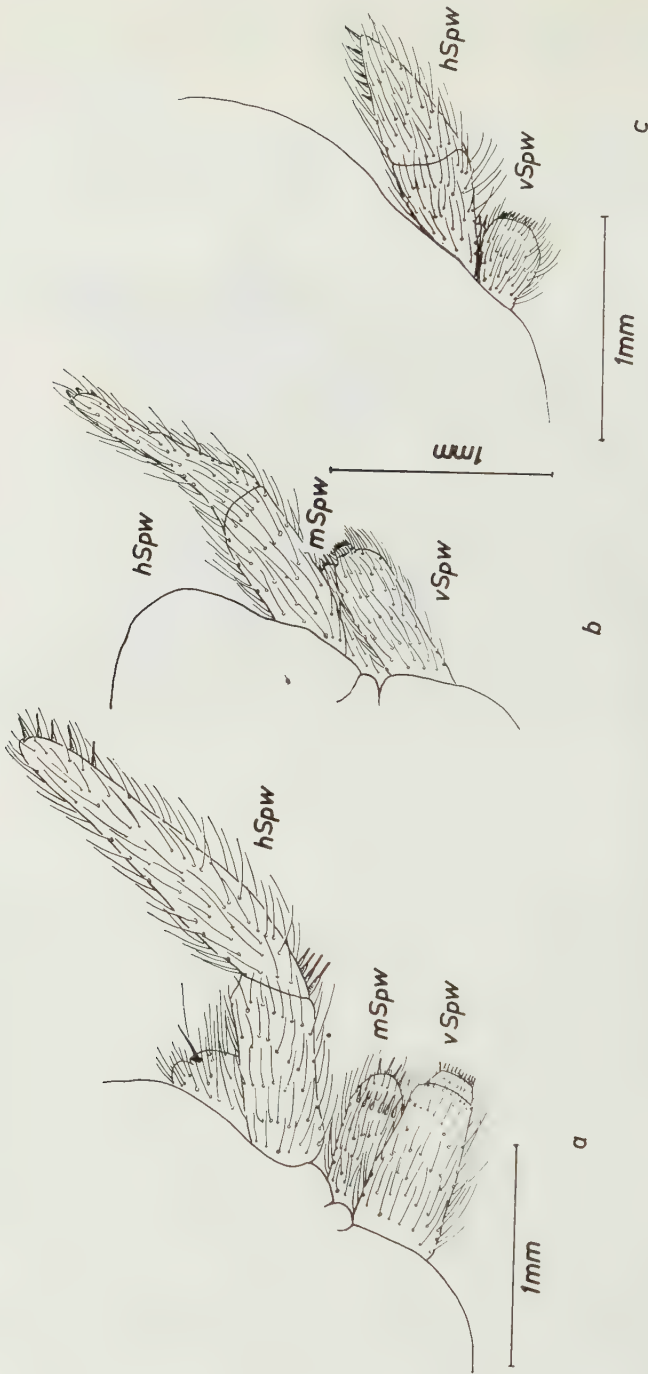


Abb. 16 Drei in Seitenansicht dargestellte Bilder der Spinnapparate von

a) *Agelena labyrinthica* Clerck

b) *Tegenaria atrica* C. L. Koch

c) *Coelotes atropos* Walckenaer

B: Unterordnung Ecribellatae,
Sektion Labidognathae

3. Die Spinnwarzen und ihre Muskulatur bei den Agelenidae

Es wurden *Tegenaria atrica*, *Agelena labyrinthica* und *Coelotes atropos* untersucht. Diese drei Arten sind bei uns heimisch. *Tegenaria* ist eine in Häusern lebende Spinne, die häufig an Decken von Kellern und Zimmern zu finden ist. *Agelena labyrinthica* baut ihre Netze an sonnigen Stellen auf niedrigem Gestrüpp. *Coelotes* kommt auf Laub und Moos vor und legt dort ihre Netze an.

Die Seitenansichten des Hinterleibes zeigen deutlich, daß die Länge der hinteren Spinnwarzen innerhalb der Familie stark variieren kann (Abb. 16). *Agelena labyrinthica* hat die längsten hinteren Spinnwarzen, *Coelotes atropos* die kürzesten. An *Tegenaria atrica* wurden außerdem Lebendbeobachtungen angestellt, in denen die Bewegung und Muskeltätigkeit der Spinnwarzen analysiert wurde.

a) Morphologische Untersuchungen an *Tegenaria atrica* C. L. Koch

Tegenaria atrica (Körperlänge 1 cm) besitzt drei Paar Spinnwarzen; untersucht wurden 45 Exemplare beider Geschlechter. Das vordere Spinnwarzenpaar ist zweigliederig, sein Endglied ist kegelförmig. Dieses Spinnwarzenpaar steht auf einem gemeinsamen häutigen Sockel. Das kegelförmige Endglied trägt medial zwei große zweigliederige Spulen, während seine übrige Fläche mit kegeltumpfförmigen, eingliederigen Spulen bestanden ist, die am Rande von kleinen zweigliederigen Spulen umgeben werden. Das Grundglied der vorderen Spinnwarzen ist gleichmäßig behaart.

Die mittleren Spinnwarzen sind kleiner als die vorderen und eingliederig. Sie tragen medial und lateral unterschiedlich verteilte Spulen (Abb. 17 a und 17 b). Apikal tragen sie zwei große tüllenförmige Spulen, die auf einem gemeinsamen Sockel sitzen. Normale und zweigliederige Spulen umgeben die gesamte Spitze der mittleren Spinnwarze.

Die hinteren Spinnwarzen sind zweigliederig, ihr Basalglied ist länger als das Endglied. Sie sitzen nur auf einem häutigen Sockel. Das Endglied trägt nur ventral Spulen, die sehr groß und eingliederig sind (Abb. 17 c). Diese Spulen sind bei Männchen und Weibchen

ganz verschieden verteilt. Beim Weibchen stehen proximal 8 Spulen und distal davon erst drei, dann fünf mal drei v-förmig angeordnete, dann zwei mal zwei Spulen und am Ende noch eine Spule. Beim Männchen dagegen stehen proximal nur fünf Spulen, von der darauf folgenden Dreiergruppe an ist die Anzahl und Anordnung der Spinnspulen dann die gleiche.

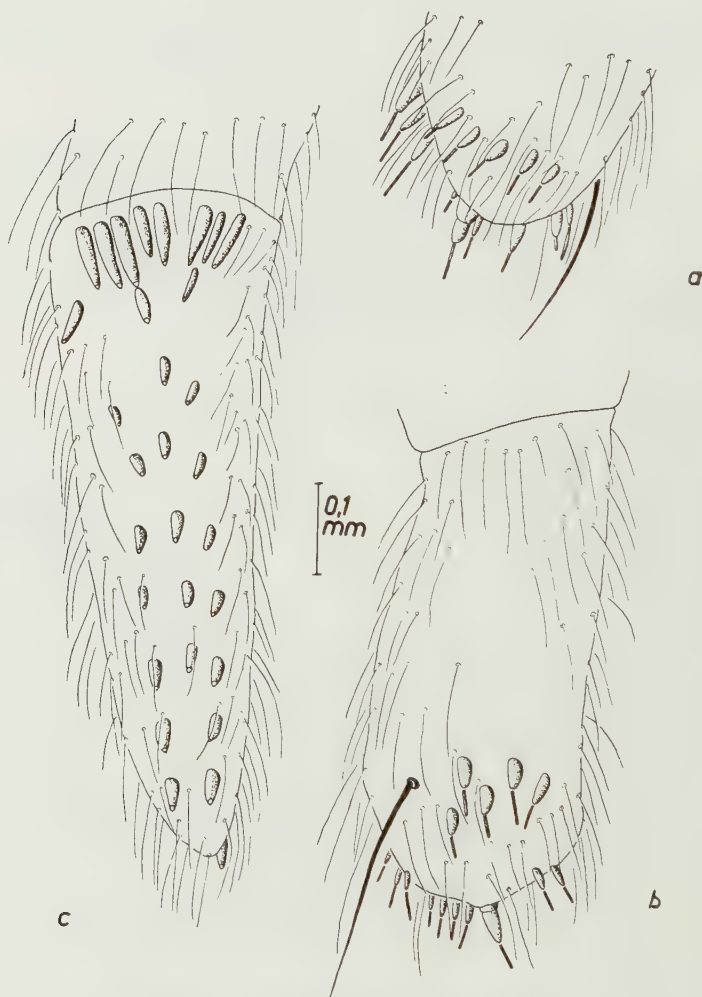


Abb. 17 *Tegenaria atrica* C. L. Koch
 a) Medianseite der linken mittleren Spinnwarzenspitze.
 b) Lateralseite der linken mittleren Spinnwarze.
 c) Medianansicht des distalen Gliedes
 der rechten hinteren Spinnwarze

Alle an und in die Spinnwarzen ziehenden Muskeln sind Abkömmlinge der medialen und lateralen, ventralen Rumpfmuskulatur. Sie gehen von den medialen Entochondriten t10 und t11 sowie von den lateralen Sehnenmassen t'9 und t'10 aus. Der seitliche Entochondrit t'11 fehlt den hier untersuchten Agelenidae.

An den medialen Entochondriten t10 und t11 (Abb. 18) entspringen Muskeln, die alle drei Spinnwarzenpaare versorgen (v9, v8₁ m4₁, m4₂ h17₁, h17₂). Sie setzen zum Teil am basalen Rand der betreffenden Spinnwarze an (v8₁, m4₁, m4₂, m4₃) und zum anderen durchziehen sie die Spinnwarze und bewirken eine Bewegung der mit Spulen bestandenen Flächen (v9, h17₁ und h17₂) (Abb. 18). Auch von den lateralen Entochondriten versorgen Muskeln alle drei Paar Spinnwarzen (v3₁, v4₂, m5, h18₁ und h18₂). Davon setzt m5 an der basalen Gelenkhaut der mittleren Spinnwarze an, während

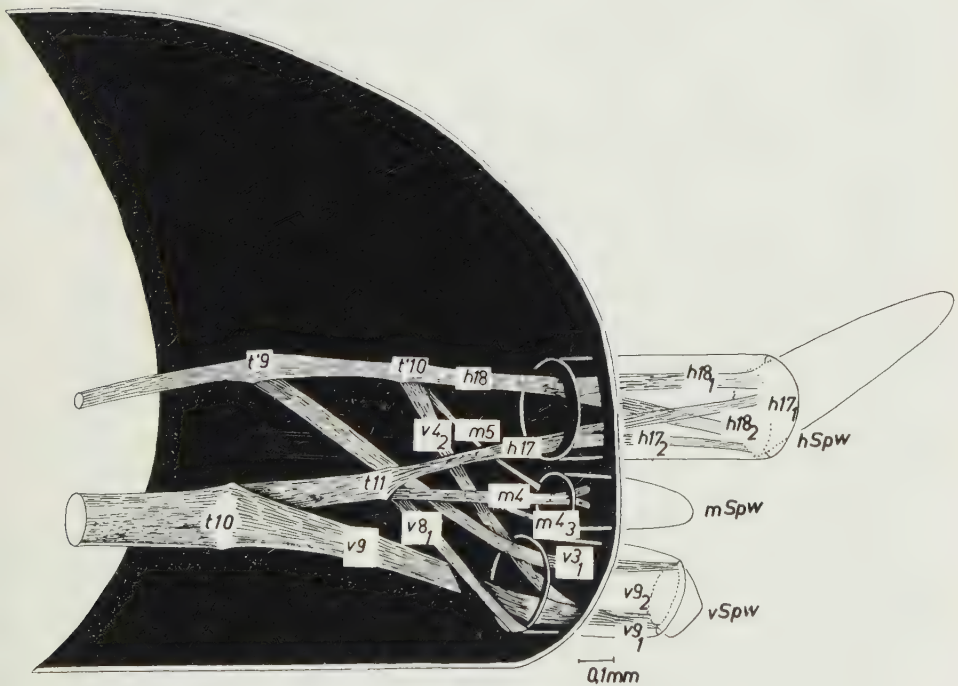


Abb. 18 *Tegenaria atrica* C. L. Koch

Seitenansicht in den Hinterleib, Spinnwarzenmuskulatur eingezeichnet.

sich $v4_2$ mit $v9$ vereinigt und die übrigen Muskeln jeweils basal am Endglied der entsprechenden Spinnwarze anheften. Einige Muskeln spalten distal in charakteristischer Weise auf. So setzt z. B. der Muskel $v9$ mit zwei Sehnen ventro-medial und -lateral an das Endglied der vorderen Spinnwarze an ($v9_1$ und $v9_2$) (Abb. 18). Die Muskeln $h17$ und $h18$ spalten sich nach ihrem Eintritt in die hintere Spinnwarze in je zwei Äste auf, die deutlich voneinander getrennt am basalen Rand des Endgliedes inserieren.

b) Funktionelle Untersuchungen an *Tegenaria atrica* C. L. Koch

Unter Laboratoriumsbedingungen konnte ich *Tegenaria atrica* beim Weben der flächigen Netzdecke beobachten, die vor der Wohnröhre normalerweise ausgespannt wird. Freilich habe ich die Herstellung dieses für die Ageleniden-Netze typischen Trichters nicht sehen können.

An den Spinnwarzen können beim Netzbau drei Grundstellungen unterschieden werden: die Ruhestellung, die Ansetzbewegung und die Ausziehbewegung.

In der Ruhestellung sind alle Spinnwarzen mit einem Teil ihres Grundgliedes in den Hinterleib eingezogen und liegen median aneinander. Die hinteren Spinnwarzen sind etwas dorsad angehoben und können sich sogar gelegentlich mit ihren distalen Gliedern überkreuzen. Das Endglied der vorderen Spinnwarze ist medial völlig eingezogen, lateral aber ausgefahren (Abb. 19 b 1).

Die Medianstellung der vorderen Spinnwarze in der Ruhelage wird durch den am weitesten medial ansetzenden Muskel $v8_1$ verursacht (Abb. 19 c 1). Bei den mittleren Spinnwarzen wird dasselbe durch den Muskel $m4$ und bei den hinteren Spinnwarzen durch $h17_2$ bewirkt. Die Aufspaltung des Muskels $h17$ hat zur Folge, daß bei völliger Kontraktion beider Äste sowohl eine mediale Neigung des Basalgliedes als auch eine Dorsalstellung des Endgliedes erreicht wird.

Zu Beginn der Spinnfähigkeit ist eine typische Bewegung der vorderen Spinnwarzen zu beobachten, die gleichzeitig als Übergang zur Ansetzbewegung der Spinnwarzen anzusehen ist. Anfangs sind die Muskeln $v9_1$ und $v9_2$ kontrahiert. Dadurch wird das Endglied mit den Spinnspulen medial eingezogen (Abb. 19 d 1). Dann kontrahiert sich offensichtlich auch der Muskel $v4_2$, wodurch die

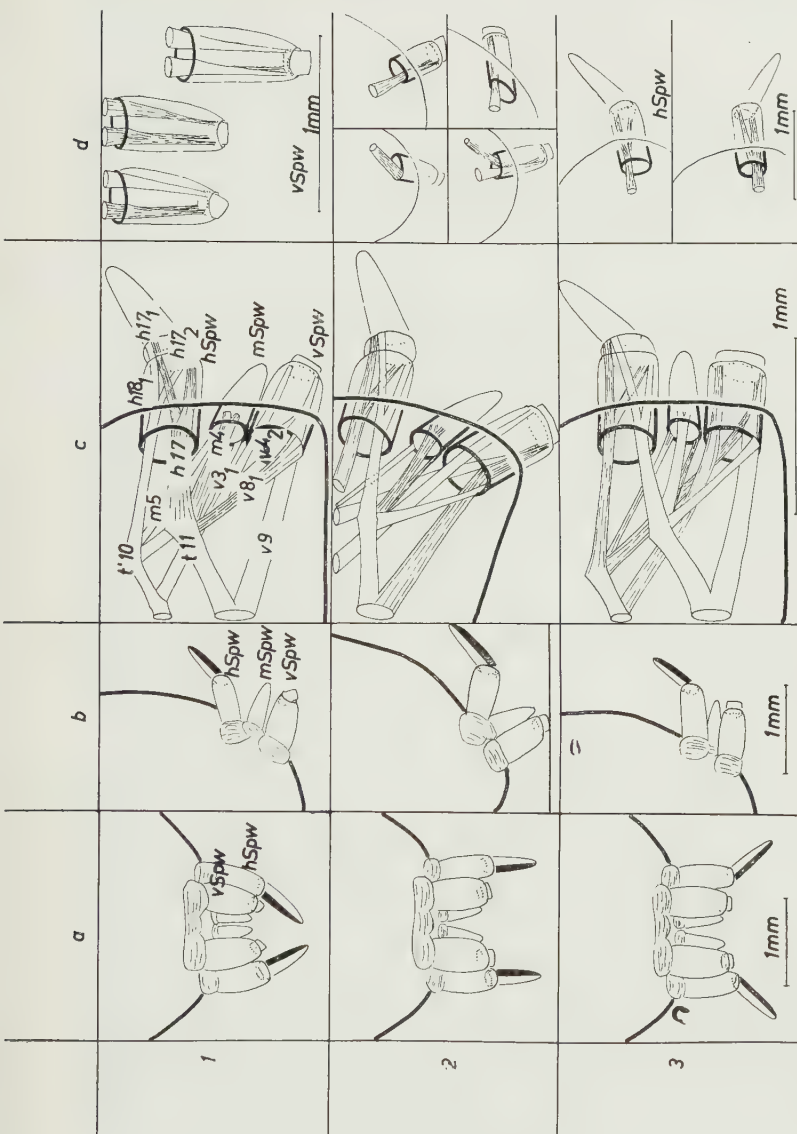


Abb. 19 Tabelle, die die Funktion der Spinnwarzen von *Tegenaria atrica* darstellen soll. — a) Schematische Ventralansicht des Spinnwarzenkomplexes. 1. Ruhestellung, 2. Ansetzbewegung, 3. Ausziehbewegung. — b) Schematische Seitenansicht des Spinnwarzenkomplexes. 1. bis 3. wie unter a). — c) Schematische Seitenansicht in den Hinterleib. Muskelbild in Funktion, kontrahierte Muskeln schraffiert, erschlaffte Muskeln weiß. — d) Typische Stellung einzelner Spinnwarzen. 1. Ansetzbewegung der vorderen Spinnwarzen, 2. Drehbewegung der vorderen Spinnwarzen, 3. Auf- und Absinken der hinteren Spinnwarzen.

Spulenplatte ganz in das Grundglied eingeholt wird. Bei Erschlaffung der beteiligten Muskel wird das ganze Endglied durch den Binnendruck wieder ausgefahren. Diesen Vorgang wiederholt die Spinne mehrmals, bevor sie zum Ansetzen eines Fadens übergeht.

Auffällig ist, daß während des mehrmaligen Ein- und Ausfahrens des Endgliedes an den vorderen Spinnwarzen kein Faden aus den Spulen austritt. Dieser Vorgang wird auch dann von Zeit zu Zeit wiederholt, wenn die Spinne schon einige Einzelfäden gesponnen hat. Daraus kann geschlossen werden, daß diese Bewegungen mindestens die beiden Spinnwarzenglieder gleitfähiger, also leichter gegeneinander bewegbar macht und dadurch die Funktionsfähigkeit steigert.

Nachdem die Spinne das Endglied der vorderen Spinnwarze mehrfach aus- und eingefahren hat, geht sie zur Ansetzbewegung über. Sie klappt dazu alle Spinnwarzen laterad ab und senkt den Hinterleib nach unten. Dann werden die vorderen und mittleren Spinnwarzen ventrad abgebogen, bis ihre Spulen das Substrat berühren (Abb. 19 a 2 und 19 b 2). Dabei verursacht der am weitesten ventral ansetzende Muskel v_9 das Absenken der vorderen und der Muskel m_4 das Abknicken der mittleren Warze. Gleichzeitig werden die hinteren Spinnwarzen latero-dorsad gespreizt, um den Raum für die Bewegung der vorderen und mittleren Spinnwarzen freizugeben (Abb. 19 c 2). Dieser Bewegung der hinteren Spinnwarzen dienen die Muskeln $h18_1$ und $h18_2$.

Berühren die Spulen der vorderen und mittleren Spinnwarzen den Untergrund, so beginnen sich diese beiden Warzenpaare zu drehen. Dabei bewegen sie sich kreisförmig von medial, über ventral, lateral nach dorsal, wobei ihre Spulen Spinnstoff abgeben, der durch die Drehbewegung vereinigt wird und so einen Ansatzpunkt auf der Unterlage bildet.

Nun werden die Haltefäden ausgezogen, die aus den beiden medial stehenden Spulen der vorderen Spinnwarze stammen. An der Drehbewegung der vorderen Spinnwarze sind die Muskeln $v8_1$, $v9_2$ und $v3_1$ beteiligt (Abb. 19 d 2), während die mittleren Spinnwarzen ihre Drehbewegung mit Hilfe der Muskeln $m4_1$, $m4_2$ und $m5$ durchführen. Auch die hinteren Spinnwarzen können mit ihren Endgliedern solche Drehbewegungen ausführen (Abb. 19 d, 3). Sie bewegen sich in dieser Weise aber weitaus seltener, weil sich die von ihnen erzeugten Fadenbänder leicht mit den schon vorhandenen

Fäden aus den vorderen Spinnwarzen verbinden. Die hinteren Spinnwarzen bringen nämlich ausschließlich die für das Tegenaria-Netz typischen, dünnen Fadenbänder hervor, von denen sich die stabileren Haltefäden aus den vorderen Spinnwarzen deutlich unterscheiden.

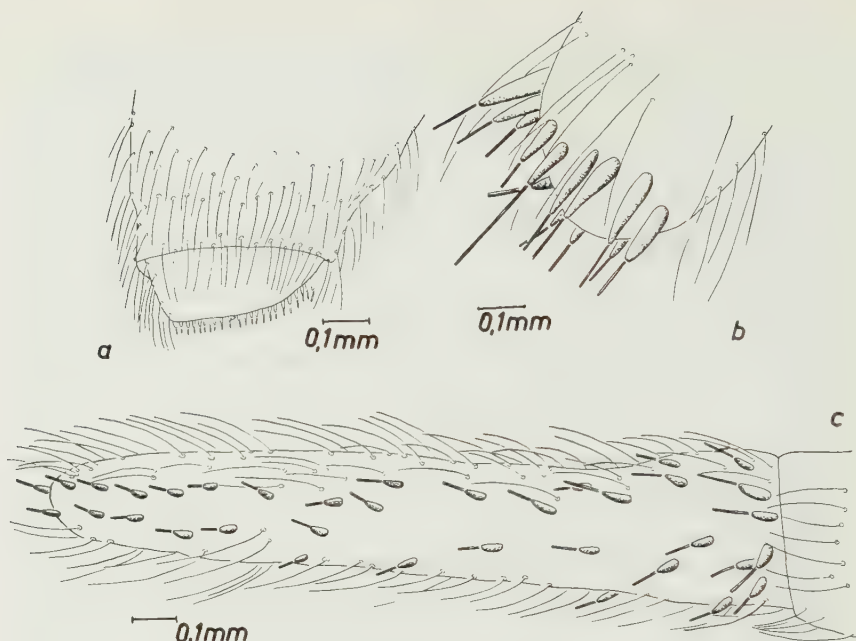
Hat die Spinne einige Haltefäden angelegt, so setzt die Ausziehbewegung ein (Abb. 19 a 3 und 19 b 3). Die vorderen und mittleren Warzenpaare werden weit ausgefahren und die Endglieder der hinteren Spinnwarzen stark latero-dorsad abgewinkelt (Abb. 19 c 3). In dieser Haltung erfolgt das Ausziehen der Fäden. Die hinteren Spinnwarzen haben dabei die Möglichkeit, durch Absenken und Aufwärtsbewegungen Hindernisse zu umgehen. Sie können auch unabhängig voneinander in verschiedene Richtungen bewegt werden. So tupfen sie ihre Fäden an die Haltefäden oder den Untergrund an und füllen den Raum zwischen den Haltefäden aus. Zusätzlich vergrößert die Spinne noch den Aktionsradius ihrer Spinnwarzen durch Bewegungen mit dem ganzen Hinterleib.

Hat die Spinne all diese Bewegungen ausgeführt, so ruht sie eine zeitlang aus und beginnt dann von neuem zu spinnen.

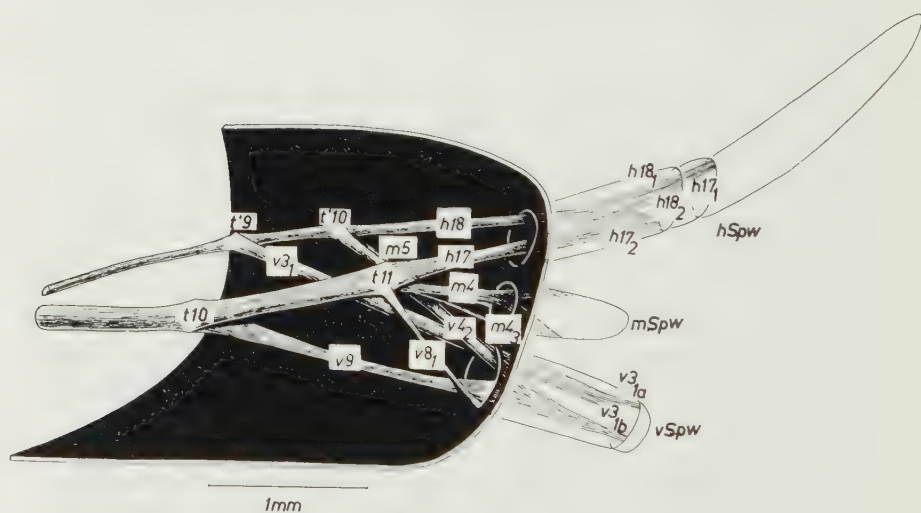
c) Die Spinnwarzen und ihre Muskulatur bei *Agelena labyrinthica* Clerck

Agelena labyrinthica ist etwa 1 cm lang; untersucht wurden 36 Exemplare beider Geschlechter. *Agelena* trägt ebenfalls drei Paar Spinnwarzen. Auf dem Endglied der vorderen Spinnwarzen sind gleichmäßig zweigliederige Spulen verteilt (Abb. 20). Die hinteren Spinnwarzen sind aber auffällig länger als bei *Tegenaria atrica*. Ihr Endglied ist länger als das Basalglied und trägt ventral die Spulen. Beim Weibchen läßt sich aus der Anordnung der Spulen mit einiger Vorsicht eine Zweireihigkeit ablesen (Abb. 20), beim Männchen steht jederseits nur eine Reihe Spulen. Die mittleren Spinnwarzen sind in ähnlicher Weise mit Spulen bestanden wie bei *Tegenaria atrica* (Abb. 20).

Die Muskulatur der Spinnwarzen (Abb. 21) zeigt nur unbedeutende Unterschiede gegenüber *Tegenaria atrica*. So gabelt sich distad der Muskel v_{31} statt v_9 bei *Tegenaria*. Außerdem vereinigen sich die Muskeln v_9 und v_{42} weiter distad als bei *Tegenaria*.

Abb. 20 *Agelena labyrinthica* Clerck

- a) Medianansicht der rechten vorderen Spinnwarze
 b) Medianansicht der rechten mittleren Spinnwarze
 c) Medianansicht des distalen Gliedes der linken hinteren Spinnwarze

Abb. 21 *Agelena labyrinthica* Clerck

Seitenansicht in den Hinterleib, Spinnwarzenmuskulatur eingezeichnet

Die Funktion der einzelnen Muskeln dürfte ähnlich sein wie bei *Tegenaria*, zumal nicht nur die Anordnung der Muskeln sondern auch die fertigen Netze weitgehend übereinstimmen.

Ein Vergleich der hier bei *Agelena labyrinthica* gefundenen Muskulatur mit der Muskulatur, die Brown (1939) für *Agelena naevia* beschrieben hat, zeigt größere Unterschiede als sie hier zwischen *Agelena labyrinthica* und *Tegenaria atrica* gefunden worden sind. Brown, der leider nicht die Entochondriten bezeichnete, (Brown, 1939: Tafel 10 und 11 S. 164, 165) hat nur zwei mediale Entochondritenpaare angegeben, die mit dem t8 und t9 übereinstimmen müßten. Außerdem gibt er drei laterale Entochondriten an, die höchstwahrscheinlich den Entochondriten t'9, t'10 und t'11 entsprechen. Damit besteht zwischen *Agelena naevia* und der hier untersuchten *Agelena labyrinthica* ein sehr wesentlicher Unterschied, denn bei *Agelena labyrinthica* existiert kein t'11. Allerdings wurde bei der hier vorliegenden Untersuchung in der unmittelbaren Verwandtschaft der Agelenidae bei der Gattung *Hahnia* (Hahniidae) auch der Entochondrit t'11 angetroffen, der da noch einen Muskel an die hinteren Spinnwarzen abgibt. Ebenso wurde der Entochondrit t'11 für die hier untersuchten Orthognatha und Cribellatae nachgewiesen, bei denen von ihm noch ein Muskel an die hinteren Spinnwarzen abgeht. Auch bei den Sicariidae konnte der t'11 gefunden werden, wenn er auch bei ihnen nicht mehr an der Muskelversorgung der Spinnwarzen beteiligt ist. Wie aus Tafel 10 und 11 bei Brown ersichtlich ist, sitzen bei *Agelena naevia* an jeder Spinnwarze zwei Muskelzüge an, die von dem medialen Rumpfmuskelzug an die Spinnwarzen ziehen. Außerdem erhalten hier alle drei Spinnwarzen je einen Muskel von dem lateralen Rumpfmuskelzug. Wie die Muskulatur in den vorderen und hinteren Spinnwarzen verläuft, ist leider aus den Abbildungen Browns nicht ersichtlich. Brown gibt allerdings im Querschnitt durch die vorderen und hinteren Spinnwarzen die Anzahl der Muskeln, die innerhalb jeder Spinnwarze vorhanden sind, an. Die Anzahl der Muskeln in der vorderen und hinteren Spinnwarze lassen sich mit meinen Befunden vergleichen, jedoch besteht insofern ein großer Unterschied, als diese Muskeln nach Brown bei *Agelena naevia* nur innerhalb der entsprechenden Spinnwarze verlaufen.

Es erscheint interessant, daß *Agelena naevia* noch den Entochondriten t'11 besitzt und nach Darstellung von Brown (1939)

offensichtlich die Muskeln der Spinnwarzen, die von den Rumpfmuskelzügen an die Spinnwarzen ziehen, weniger differenziert und vielfältig sind als bei *Agelena labyrinthica*. Im Gegensatz zu meinen Befunden fand Brown Muskeln, die nur innerhalb des vorderen bzw. hinteren Spinnwarzengrundgliedes verlaufen.

d) *Coelotes atropos* Walckenaer

Coelotes atropos erreicht eine Körperlänge von 0.8—1 cm und nimmt durch seine wesentlich kürzeren Spinnwarzen eine gewisse Sonderstellung unter den hier untersuchten *Agelenidae* ein. Untersucht wurden 14 Exemplare beider Geschlechter. Die gesamte hintere Spinnwarze erreicht etwa nur die Länge des Basalgliedes der hinteren Spinnwarze von *Tegenaria* (Abb. 16). Entsprechend gedrungener gebaut sind auch die vorderen und mittleren Spinnwarzen. Das Längenverhältnis von vorderen und mittleren Spinnwarzen zu den hinteren Spinnwarzen ist bei allen drei untersuchten *Agelenidae*-Arten annähernd gleich. Die vorderen Spinnwarzen sind genauso gebaut und mit Spulen bestanden wie bei *Tegenaria* und *Agelena*. Auf den mittleren Spinnwarzen finden sich bei *Coelotes* in größerer Anzahl Spulen als bei den beiden anderen Arten. Die gesamte mediale Fläche des Endgliedes der hinteren Spinnwarzen ist dicht mit zweigliederigen Spulen besetzt.

Trotz der hier sehr kurzen Spinnwarzen stimmt die dazu gehörige Muskulatur mit den bei *Agelena labyrinthica* vorgefundenen Verhältnissen überein. Deshalb kann die Abbildung 21 gleichzeitig als Schema der Muskelanordnung bei *Coelotes atropos* gelten.

4. Die Spinnwarzen und ihre Muskulatur bei *Hahnina spec.*

Die Hahniidae sind mit den Agelenidae so nahe verwandt, daß sie zeitweilig sogar mit diesen zu einer Familie vereinigt wurden. Deshalb sollen sie auch hier im Anschluß an die Agelenidae behandelt werden: allerdings zeigen ihre Spinnwarzen eine ganz andere Muskelversorgung. An *Agelena labyrinthica* erinnern auch wieder die kleinen Netzdecken, die von *Hahnina* dicht über dem Boden ausgespannt werden.

Hahnina ist nur etwa 0.3 cm lang. Alle Vertreter der Familie der Hahniidae leben als Kosmopoliten. Untersucht wurden 6 Exemplare beider Geschlechter.

Alle drei Spinnwarzenpaare stehen abweichend von allen anderen Spinnen in einer Reihe nebeneinander (Abb. 22). Das als

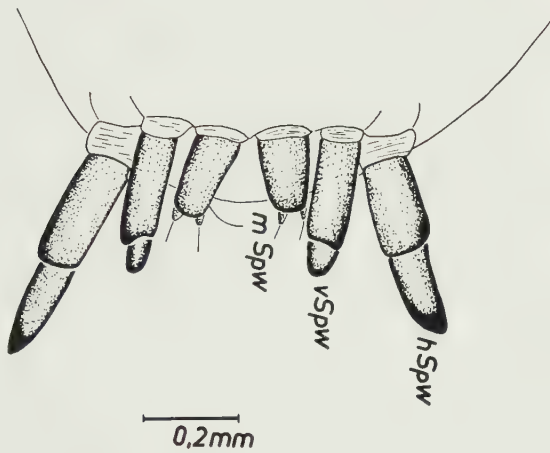


Abb. 22 *Hahnia spec.*
Ventralansicht des Spinnwarzenkomplexes

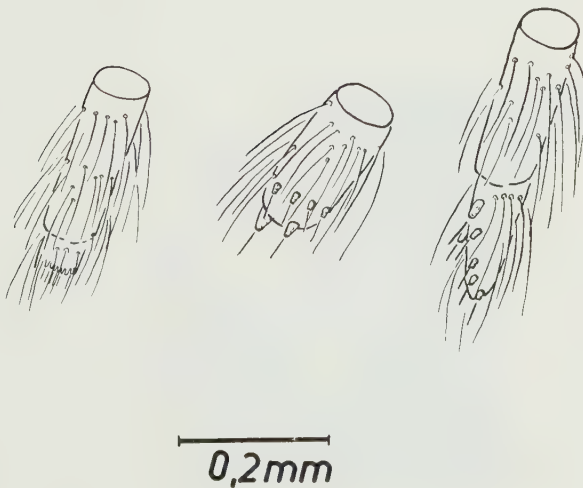


Abb. 23 *Hahnia spec.*
Links die vordere, in der Mitte die mittlere und
rechts die hintere Spinnwarze von median

vorderes Warzenpaar morphologisch zu identifizierende Warzenpaar besitzt wie bei den Agelenidae ein Endglied, das sehr kleine, zweigliederige Spulen trägt. Die übrige Spinnwarze ist fein behaart (Abb. 22 und 23). Die eingliederigen, mittleren Spinnwarzen tragen sechs kleine, zweigliederige Spulen; sie stehen von allen Spinnwarzen am weitesten medial. Die hinteren Spinnwarzen zeichnen sich durch ein langes distales Glied aus, auf dem ventral die zweigliederigen Spulen stehen.

Nach der Stellung der Spinnwarzen (Abb. 22) war eigentlich zu erwarten, daß die Anordnung der Muskulatur entsprechend eigentümlich und abgeleitet ist. Sie erinnert jedoch auf den ersten Blick sofort an die Muskulatur der untersuchten Orthognatha. Wie bei diesen Arten sind alle medialen und lateralen Entochondriten vorhanden, doch fehlt *Hahnia* der transversal verlaufende Muskel, der die Entochondriten t_9 und t'_9 verbindet (Abb. 24 und 5). Außerdem verläuft die laterale Rumpfmuskulatur nicht streng parallel zu der medialen wie bei den Orthognatha. Dennoch finden sich bei *Hahnia* verschiedene Muskeln (v_1 , v_{3a} , v_{3b} , v_{41} , m_{12} , m_{21} , h_{12} und h_{31} sowie die Muskeln des h_2 -Komplexes), die bei den Theraphosidae und Dipluridae ebenfalls auftreten (Abb. 24. 3. 6. 9 a. 11 und 14). Andere Vergleichsmöglichkeiten ergeben sich zwischen *Hahnia* und *Loxosceles*, auf die hier nicht eingegangen wird (s. Kap. IV), so etwa in bezug auf die Muskeln h_{24} und h_{22} (Abb. 24 und 27).

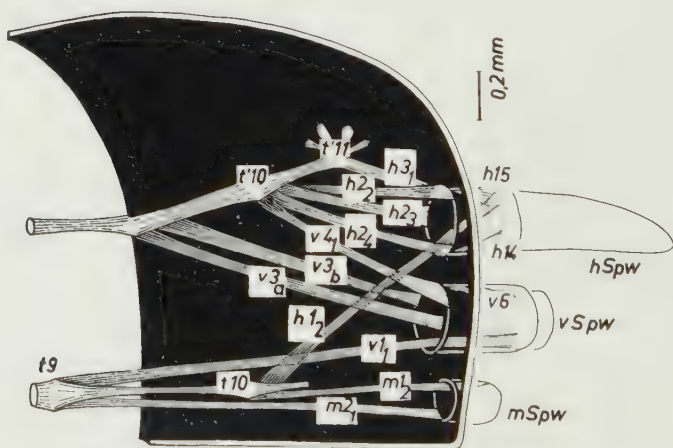


Abb. 24 *Hahnia spec.* Aufsicht in eine Hälfte des Hinterleibes. Spinnwarzen-muskulatur eingezeichnet.

Bewegt werden auch bei *Hahnia* die mit Spulen bestandenen Flächen der Platten der Spinnwarzen. *Hahnia* besitzt eine außerordentlich zarte Muskulatur. Die in einer Reihe stehenden Spinnwarzen werden in auffälliger Weise von den lateralen Entochondriten mit Muskulatur versorgt. Die vorderen Spinnwarzen besitzen vier Muskeln, von denen nur vl_1 vom medialen Entochondriten t_9 kommt (Abb. 24). Die Muskeln in den Spinnwarzen sind verhältnismäßig einfach angeordnet; in den vorderen Spinnwarzen dienen sie offenbar nur dazu, das Endglied ein Stück in das Basalglied einzuziehen. Mit der Muskulatur der hinteren Spinnwarzen könnte auch deren Endglied gedreht werden.

Lebend konnte *Hahnia* nicht beobachtet werden, sodaß ich keine Aussagen zur Funktion der Spinnwarzen machen kann.

5. Bau und Funktion der äußeren Spinnorgane bei den *Sicariidae*

Zu den *Sicariidae* gehören Arten, die einen sehr großen Colulus besitzen. Da allgemein angenommen wird, daß der Colulus sich phylogenetisch aus den paarigen, vorderen mittleren Spinnwarzen der *Lipistiidae* entwickelt hat, erschien eine Untersuchung des inneren Baues und der Muskelversorgung dieses Organs in bezug auf dieses Thema interessant.

a) Morphologische Untersuchungen an den Spinnwarzen und am Colulus von *Loxosceles rufescens* Dufour

Loxosceles rufescens lebt in den Mittelmeerländern; die Unterfamilie der *Loxoscelinae* ist sonst in tropischen und subtropischen Zonen der Erde verbreitet. *Loxosceles rufescens* wird etwa 0,5 cm lang. Untersucht wurden 14 Exemplare beider Geschlechter. *Loxosceles* besitzt drei Paar Spinnwarzen und einen großen Colulus. Die vorderen und hinteren Spinnwarzen sind zweigliederig, die mittleren dagegen eingliederig (Abb. 25). Die mittleren Spinnwarzen tragen keine, die beiden übrigen Paare nur sehr wenige Spulen. Die Spulen der hinteren Spinnwarze stehen medial am proximalen Rande des distalen Gliedes (Abb. 26 c); unter ihnen befinden sich fünf kräftige Borsten, über deren Bedeutung noch zu sprechen sein wird. Der kegelförmige Colulus ist fein behaart und weist rein äußerlich nicht darauf hin, daß er aus paarigen Anlagen entstanden ist.

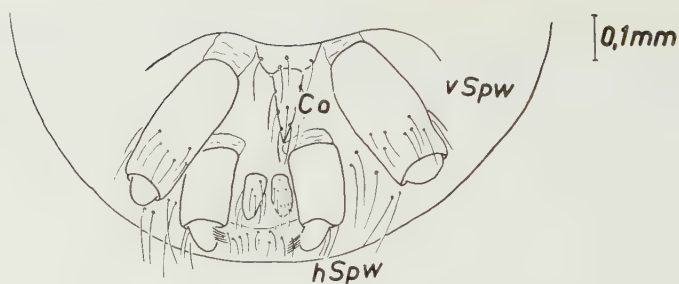


Abb. 25 *Loxosceles rufescens* Dufour
Ventralansicht des Spinnwarzenkomplexes, außer den
Spinwarzen ist noch der Colulus zu erkennen

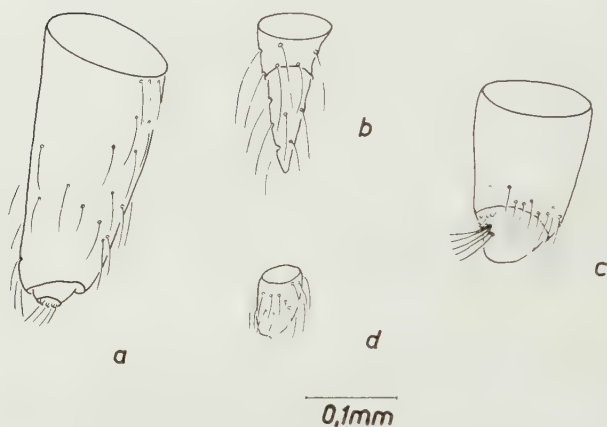


Abb. 26 *Loxosceles rufescens* Dufour, Spinnwarzen und Colulus
von median.

- a) Linke vordere Spinnwarze
- b) Colulus
- c) Linke hintere Spinnwarze
- d) Linke mittlere Spinnwarze

Millot (1930), der den inneren Bau des Colulus an Vertretern der Gattungen *Loxosceles* und *Scytodes* untersucht hat, beschreibt eine kleine dornartige Einstülpung an der dorsalen Seite des Colulus, die als Rest einer Scheidewand in dem heute äußerlich unpaaren Organ angesehen wird und die innerhalb der Gattung

Loxosceles verschieden groß sein kann. Ich konnte diese Einstülpung bei Präparaten, die mit Aufhellungsmitteln behandelt waren, nicht feststellen. Deshalb fertigte ich Mikrotomschnitte an und färbte sie mit Eisenhämatoxylin Weigert/Chromotrop. Auf diese Weise kam ich zu den gleichen Ergebnissen wie Millot. Von einer vollkommenen Scheidewand (Kaestner, 1938) im Colulus der Gattung *Loxosceles* kann bei dieser Art *Loxosceles rufescens* keine Rede sein, es ist nur eine dornartige Einstülpung.

Die Muskulatur der Spinnorgane entspringt auch bei *Loxosceles* ausnahmslos an den medialen und lateralen Entochondriten, die vollzählig vorhanden sind (Abb. 27). Zum Colulus zieht nur ein Muskelpaar co_1 , das am t_{11} entspringt und ein kleines Stück in den Colulus hineinzieht. Diese Tatsache erinnert ein wenig an die Verhältnisse bei den mittleren Spinnwarzen.

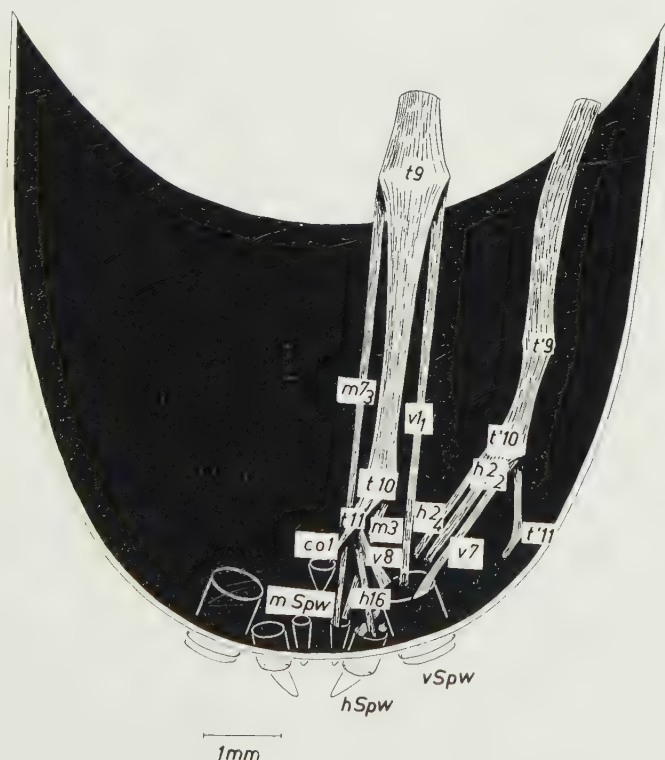


Abb. 27 Aufsicht in die Ventralhälfte des Hinterleibes von *Loxosceles rufescens* Dufour.
Spinnwarzenmuskulatur eingezeichnet.

Die vorderen Spinnwarzen werden von drei Muskeln versorgt. Medio-ventral setzt der Muskel v8 am Basalrand an. Sein Gegenspieler ist der dorsal am Basalrand angreifende Muskel v7. Der vom Entochondriten t9 kommende Muskel v1₁ zieht median zur Platte der vorderen Spinnwarze (Abb. 28 a).

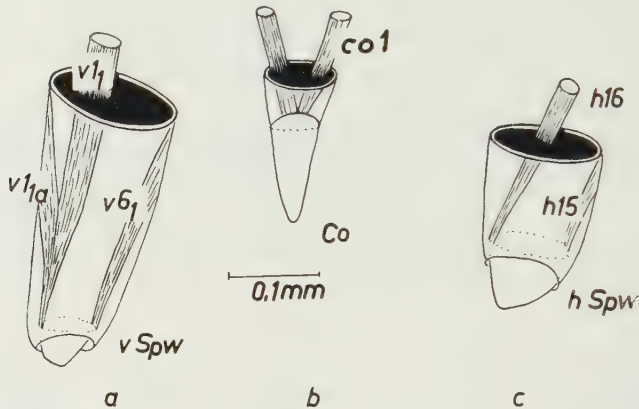


Abb. 28 *Loxosceles rufescens* Dufour.

- a) Nur in die Spinnwarzen hineinziehende Muskeln sind eingezeichnet auch bei b) und c)
 Rechte vordere Spinnwarze durchsichtig gedacht
 b) Colulus durchsichtig gedacht
 c) Rechte hintere Spinnwarze durchsichtig gedacht

Die mittleren Spinnwarzen werden von zwei Muskeln m2₃ und m3 versorgt, die dorsal bzw. ventral am Basalrand ansetzen. die Spinnwarze aber nicht durchziehen (Abb. 27).

Die hinteren Spinnwarzen werden ebenfalls von drei Muskeln bewegt. Der Muskel h16 kommt vom t11. durchzieht das Grundglied und setzt median am distalen Glied an. Zwei vom t'10 kommende Muskeln enden am Basalrand; diese Muskeln h2₂ und h2₄ sind den entsprechenden Muskeln der Orthognatha homolog.

Die Muskulatur in den Spinnwarzen selbst ist sehr einfach. Sie dient nur zur Bewegung der distalen Glieder der vorderen und hinteren Spinnwarzen. Der Muskel v1₁ wird dabei noch von zwei in der Wand der vorderen Spinnwarze entspringenden Muskeln v6₁ und v1_{1a} unterstützt (Abb. 28 a). Die gleiche Funktion hat in den hinteren Spinnwarzen der in der Wand des proximalen Gliedes entspringende Muskel h15.

b) Betrachtungen zur Funktion der äußeren Spinnorgane bei *Loxosceles rufescens* Dufour

Loxosceles rufescens stellt ein Gewebe her, das eine gewisse Ähnlichkeit mit cribellaten Netzen hat; es schimmert bläulich. Gerhardt (1928) weist darauf hin, daß der Colulus beim Spinnen die „oberen“ Spinnwarzen betrillert und dadurch die Spinnfäden aufraut. Dem Colulus würde damit eine ähnliche Funktion zukommen wie sie bei den Cribellatae Cribellum und Calamistrum zusammen haben.

Obwohl „obere“ Spinnwarze im allgemeinen gleichbedeutend mit „hinterer“ Spinnwarze ist, meint Gerhardt doch sicherlich die vorderen Spinnwarzen, denn daß der Colulus beim Spinnen die hinteren Spinnwarzen betrillern könnte, ist kaum vorstellbar (Abb. 25). Aber abgesehen von dieser Verwechslung habe ich eine andere Vorstellung gewonnen. Denn auch die vorderen Spinnwarzen erreichen selbst bei starker Medianstellung und gleichzeitig extremer Ventralstellung des Colulus diesen nie, um ihre Spinnfäden darüber hinweg zu ziehen. Außerdem erscheint die feine Behorstung des Colulus viel zu schwach, um Spinnbänder aufzurauen. Dagegen halte ich es eher für möglich, daß eine Aufrauhung der Spinnfäden von den median auf dem distalen Glied der hinteren Spinnwarzen stehenden Borsten vorgenommen wird. Da der Colulus nur ein ventral ansetzendes Muskelpaar besitzt, ist es unwahrscheinlich, daß er soweit nach hinten gestellt werden kann, um mit den vorderen Spinnwarzen in Verbindung treten zu können. Die vorderen Spinnwarzen stehen außerdem von allen Spinnwarzen am weitesten seitlich und weiter hinten als der Colulus. Obwohl sie die längsten Spinnwarzen sind, reicht ihr Aktionsradius nicht aus, den vorn stehenden Colulus zu erreichen.

Betrachtet man dagegen die Stellung der vorderen Spinnwarzen zu den hinteren Spinnwarzen, so kann man sich gut vorstellen, daß bei starker Medianstellung der vorderen Spinnwarzen die von ihnen fabrizierten Fäden über die Borsten an den hinteren Spinnwarzen gezogen werden können. Zu derartigen Bewegungen ist auch die nötige Muskulatur ausgebildet.

Die Spinne konnte leider nicht lebend beobachtet werden, so daß ich zur Funktion der Spinnorgane nichts weiter aussagen kann.

c) Die Spinnwarzen und ihre Muskulatur bei *Sicarius spec.*

Die Gattung *Sicarius* lebt in Südamerika und Südafrika. Sie erreicht eine Körperlänge von 2,5 cm. Hier wurden vier weibliche Exemplare untersucht. Die Spinnwarzen von *Sicarius* stehen ventral in der Mitte des Hinterleibes und nicht wie bei den meisten Spinnen am Ende desselben.

Es handelt sich um drei Paar Spinnwarzen, die alle kurz und gedrungen sind (Abb. 29 a). Die vorderen und hinteren Spinnwarzen tragen auf kleinen Platten die zweigliederigen Spulen (Abb. 29 b und c). Die Warzen sind auffällig lang behaart, sodaß sie dadurch auf der Ventralseite kaum zu erkennen sind. Einen Colulus konnte ich nicht finden.

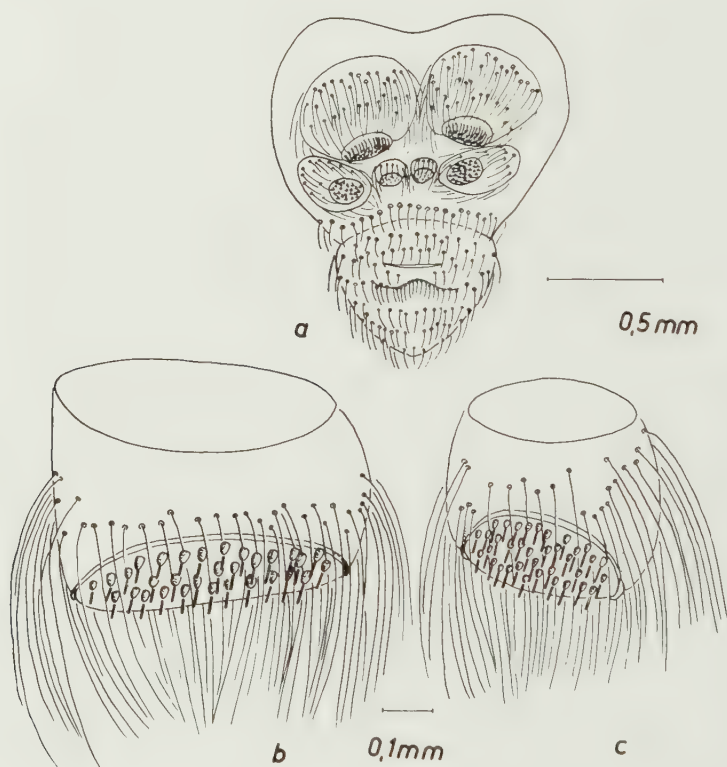


Abb. 29 *Sicarius spec.*

- a) Ventralansicht des Spinnwarzenkomplexes
- b) Linke vordere Spinnwarze von median
- c) Linke hintere Spinnwarze von median

Außer bei *Sicarius* kommen weit vorn liegende Spinnwarzen auch noch innerhalb der Labidognatha bei der Tetragnathide *Eucta kaestneri* Crome vor. Während bei den Mesothelae diese Lage der Spinnwarzen primär ist, liegt für *Sicarius* und *Eucta* die Vermutung nahe, daß die Lage der Spinnwarzen in der Mitte des Hinterleibes sekundär erworben wurde.

Die vorderen Spinnwarzen werden von je drei Muskeln versorgt, dem vom t11 kommenden Muskel v8, dem vom t'9 heranziehenden Muskel v3 und dem am t'10 entspringenden Muskel v4 (Abb. 30 a, b). Alle drei Muskeln reichen nur bis an den Basalrand der vorderen Spinnwarze (Abb. 30 b).

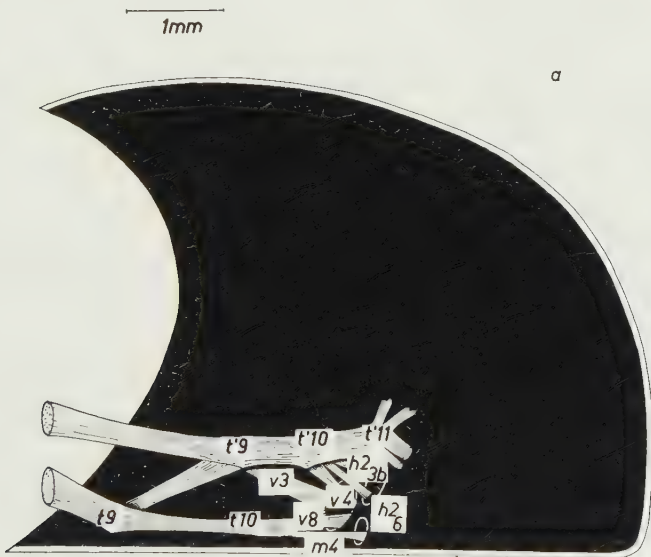
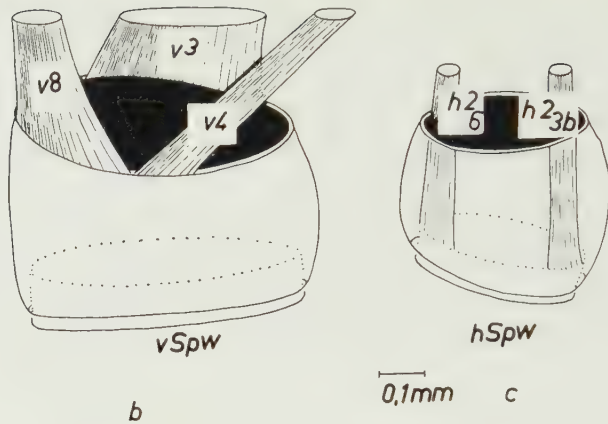


Abb. 30 *Sicarius spec.*

a) Seitenansicht in den Hinterleib, Spinnwarzenmuskulatur eingezeichnet.

Der vom t11 an die mittleren Spinnwarzen ziehende Muskel m4 durchzieht diese ebenfalls nicht.

Lediglich die hinteren Spinnwarzen besitzen in sie hineinziehende Muskeln, von denen der Muskel h2₆ vom t'10 nach medial und der Muskel h2_{3b} vom t'10 nach lateral an die Spulenplatte zieht

Abb. 30 *Sicarius spec.*

- b) Linke vordere Spinnwarze mit ansetzender Muskulatur
 c) Linke hintere Spinnwarze mit hineinziehender Muskulatur.

(Abb. 30 a, c). Vom t'11 gehen nur Muskeln aus, die am Analporus ansetzen. Die gesamte Ventralmuskulatur ist sehr breit und bandförmig.

6. Die Spinnwarzen und ihre Muskulatur bei *Hersilia spec.*

Die Hersiliidae leben in den Tropen und den Subtropen aller Erdteile; einige Arten sind bis nach Spanien vorgedrungen. Untersucht wurden hier 5 Exemplare beider Geschlechter. Die hier untersuchte Art stammte aus Südostasien. *Hersilia*, die etwa 1.8 cm lang wird, ist durch den Besitz eines Colulus und sehr langer hinterer Spinnwarzen ausgezeichnet. Sowohl der Colulus als auch die extrem langen hinteren Spinnwarzen waren der Anlaß zur Untersuchung eines Vertreters dieser Familie.

Hersilia besitzt neben dem kleinen Colulus drei Paar Spinnwarzen (Abb. 31 a). Der Colulus ist ein dreieckiges, unscheinbares Gebilde. Auf einer kleinen Platte der vorderen Spinnwarze stehen sehr kleine, zweigliederige Spulen, median von ihnen zwei größere eingliederige (Abb. 31 b). Das Basalglied der vorderen Spinnwarze trägt distal auf der medio-dorsalen Seite kurz vor der Platte acht zweiästig aufgespaltene Borsten. Das restliche Grund-

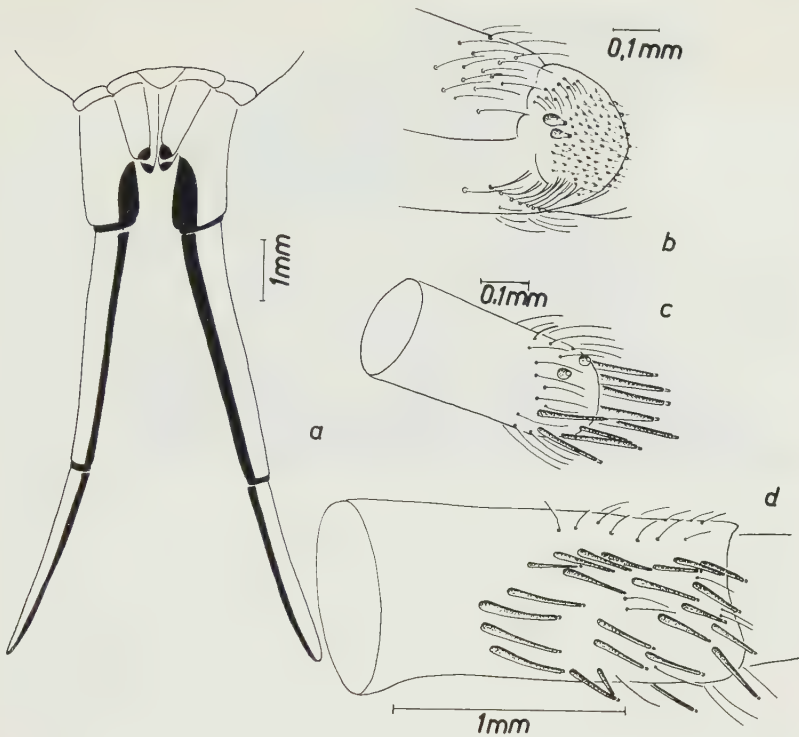


Abb. 31 *Hersilia spec.*

- a) Ventralansicht des Spinnwarzenkomplexes
- b) Medianansicht der linken vorderen Spinnwarze
- c) Medianansicht der linken mittleren Spinnwarze
- d) Medianansicht des proximalen Gliedes der linken hinteren Spinnwarze

glied ist gleichmäßig behaart. Auch die mittleren Spinnwarzen besitzen zwei verschiedene Spulentypen. Auf der Ventralseite stehen zwei eingliedrige Spulen und weiter dorsad findet man die auch für die hinteren Spinnwarzen charakteristischen, langen Spulen, die ein kleines Endstück tragen (Abb. 31 b, c). Die hinteren Spinnwarzen werden in typischer Weise zum Beutefang benutzt (Kaestner, 1938). Die Spinnen kehren dabei dem Opfer blitzschnell die hinteren Spinnwarzen zu und bewerfen es mit breiten Spinnbändern. Allerdings kam ich nicht zu den gleichen Ergebnissen wie Kaestner (1938), der beschreibt, daß die langen Spulen der hinteren Spinnwarze auf allen Gliedern zweireihig angeordnet sind.

Sie ändern sich in ihrer Anordnung vom proximalen zum distalen Glied.

Die kompakte, außerordentlich kräftige Muskulatur fiel bei der Sektion des Hinterleibes sofort auf. Die an die Spinnwarzen ziehenden Muskeln entstammen den medialen und dem einen lateralen Entochondriten. Nach der Lage ist dieser eine laterale Entochondrit mit dem t'10 der anderen Spinnen zu vergleichen. Die Anlage der Muskulatur erinnert an die der Orthognatha, besonders, wenn man die Muskelversorgung der hinteren Spinnwarzen berücksichtigt. Der vom t10 an die hinteren Spinnwarzen ziehende Muskel h1 ist dem entsprechenden Muskel der Orthognatha homolog. Vom lateralen Entochondriten (t'10) ziehen zwei Muskeln an die hinteren Spinnwarzen h2₂ und h2₁. Alle an die Spinnwarzen ziehenden Muskeln setzen am Basalrand an. Nur das proximale Glied enthält Muskulatur, die in ihm entspringt und zum proximalen Rand des nächsten Gliedes geht. Das zweite und dritte Glied dieser Spinnwarze besitzen keine Muskeln. In der dorsalen Wand des proximalen Gliedes nimmt der Muskel h20 seinen Ursprung; er setzt auch dorsal am nächsten Glied an. In der ventralen Wand des Grundgliedes nehmen die Muskeln h19 und h19₁ ihren Ausgang (Abb. 32 c).

Die vorderen Spinnwarzen werden von vier Muskeln versorgt. Davon heften die von den Entochondriten t9 und t10 kommenden Muskeln v1₂ und v9₃ basal an. Der vom lateralen Entochondriten heranziehende Muskel v4₁ spaltet sich nach Anheftung am Rand auf und gibt zwei Äste v4_{1,1} und v4_{1,2} in das Innere ab. Sein Hauptast vereinigt sich mit dem Muskel v4₃ und bildet mit ihm gemeinsam eine Sehne, die ventral an der Spulenplatte inseriert. Die beiden schwächeren Äste v4_{1,1} und v4_{1,2} verlaufen mehr dorsad und setzen dorso-lateral und -medial an der Platte an (Abb. 32 b).

Die mittleren Spinnwarzen werden nur von einem einzigen vom t9 kommenden Muskel m2₁ versorgt, der am Rande der Spinnwarze anheftet. Am Colulus befinden sich keine Muskeln.

Das Vorkommen nur eines lateralen Entochondriten könnte man bei *Hersilia* möglicherweise funktionell erklären. Da die 1 cm langen hinteren Spinnwarzen (Gesamtlänge des Hinterleibes 0.7 cm) während des Beutefanges stark dorsad angeklappt werden müssen, gibt ein so weit vorn im Hinterleib liegender Ansatzpunkt den Muskeln die Möglichkeit eine starke Zugkraft auszuüben.

7. Die äußeren Spinnorgane und ihre Muskulatur bei den Cribellatae

Aus folgenden Gründen wurden Vertreter der Cribellatae in diese Untersuchungen miteinbezogen. Ziel meiner Untersuchung am Cribellum ist es festzustellen, ob die Muskelversorgung des Cribellums Anhaltspunkte über seine Herkunft geben kann und ob im Hinblick auf die Muskelversorgung bei Colulus und Cribellum ein Vergleich beider Organe im klassischen Sinne gerechtfertigt ist.

S i m o n (1892) hatte auf Grund von Beobachtungen die Auffassung vertreten, daß Colulus und Cribellum einander entsprechen. D a h l (1901) hielt den Colulus für ein reduziertes Cribellum. Später wurde allgemein die Meinung vertreten, daß Colulus und Cribellum homologe Organe der vorderen, mittleren Spinnwarzen der Lipistiidae seien (M i l l o t, 1930; K a e s t n e r, 1938).

a) *Amaurobius claustrarius* Hahn

Amaurobius claustrarius ist ein Kosmopolit, der bis zu 1.5 cm lang wird. Untersucht wurden 21 Exemplare beider Geschlechter. *Amaurobius* besitzt drei Paar Spinnwarzen und ein Cribellum*. Anlage und Typ der Spinnwarzen ähneln denen der Agelenidae. Bezüglich der Verteilung und Anzahl der Spulen kam ich zu den gleichen Ergebnissen wie A p s t e i n (1889) (Abb. 33 a, b, c, d).

Die abdominale, ventrale Längsmuskulatur zeigt auf den ersten Blick eine Eigentümlichkeit. Ihre medialen und lateralen Rumpfmuskelzüge verlaufen nicht mehr parallel zueinander sondern die laterale Rumpfmuskulatur wird in der Seitenansicht von der medialen verdeckt. Sogar im Horizontalschnitt ist zunächst die laterale Muskulatur nicht sichtbar.

Die Muskulatur des Cribellums ist wesentlich reichhaltiger als die des Colulus. Das Cribellum wird von vier Muskelpaaren versorgt. Davon inserieren an ihm drei Muskeln, die der medialen, ventralen Rumpfmuskulatur entstammen, und ein Muskel, der vom lateralen Entochondriten t'9 heranzieht. Die von der medialen Muskulatur kommenden Muskeln cr1 und cr2 setzen am vorderen Rand des Cribellums an und werden in ihrer Wirkungsweise noch unterstützt durch den Muskel cr3, der von lateral kommt. Am hinteren Rand des Cribellums setzt nur der Muskel cr1₁ an. Die ersten drei

* Cribellum eigentlich Cribrellum (Cribrum).

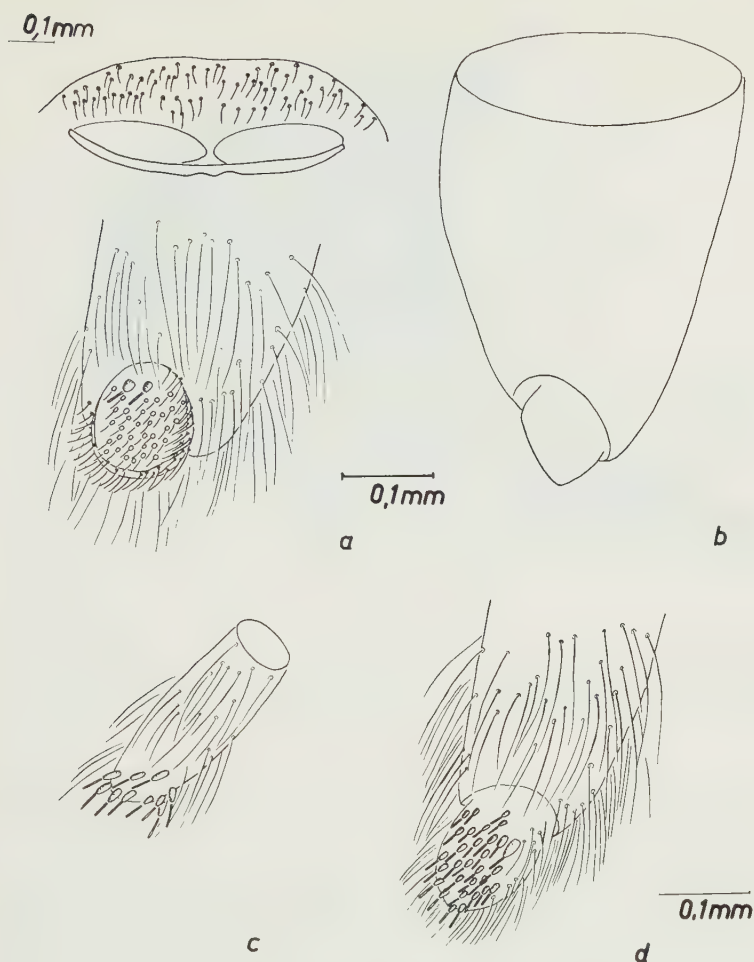
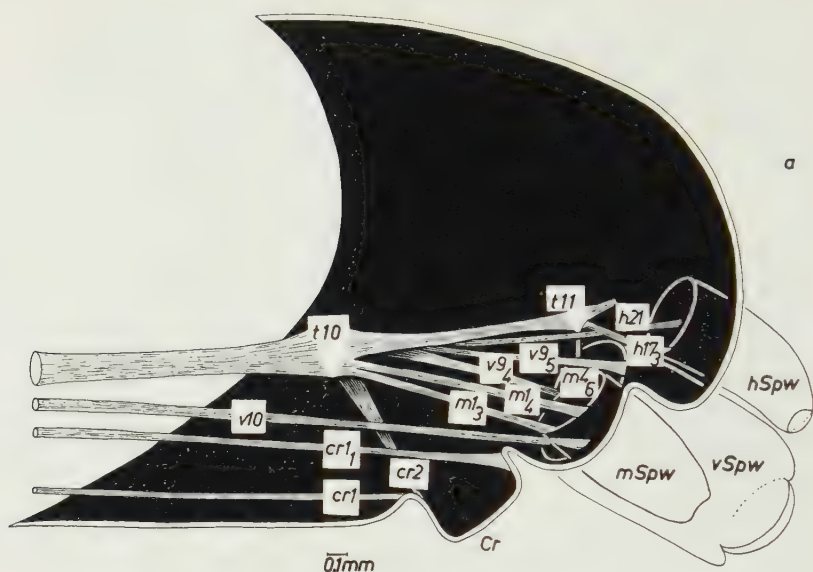


Abb. 33 *Amaurobius claustrarius* Hahn

- a) Oben: Ventralansicht des Cribellums
- Unten: Medianansicht der vorderen Spinnwarze
- b) Medianansicht der vorderen Spinnwarze
- c) Linke mittlere Spinnwarze
- d) Linke hintere Spinnwarze

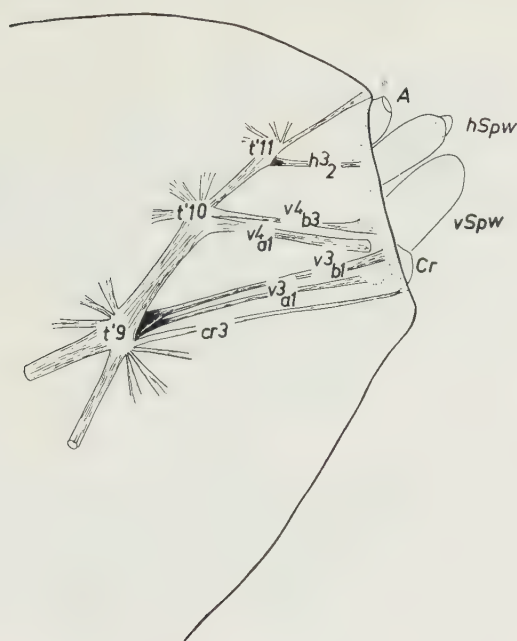
Paare bewirken ein Zurückziehen des Cribellums in das Niveau der Körperoberfläche. Wenn dagegen das Cribellum in Funktion treten soll, zieht es der Muskel cr_1 in eine Ebene, die etwa senkrecht zur Körperoberfläche steht. Damit ist dann das Cribellum mit seiner Spulenfläche den Spinnwarzen zugekehrt. Das Cribellum kann wäh-

Abb. 34 *Amaurobius claustrarius* Hahn

a) Seitenansicht in den Hinterleib, laterale, ventrale Rumpfmuskulatur und seitliche Entochondriten nicht eingezeichnet. Mediale Muskeln eingezeichnet

rend des Spinnvorganges aktiv bewegt werden. Auch Bertkau (1882) fand vier Muskelpaare am Cribellum, unterschied sie jedoch nicht nach ihrer Herkunft.

Die Spinnwarzen weisen an und in sich außerordentlich zahlreiche Muskeln auf. Diese ziehen von allen medialen und lateralen Entochondriten heran. Von allen hier untersuchten Spinnen ist die Spinnwarzenmuskulatur von *Amaurobius* die komplizierteste. Die Hauptmuskulversorgung der vorderen Spinnwarzen geht von den seitlichen Entochondriten aus (Abb. 34 b). Auch diese Tatsache zeigt eine erhebliche Abweichung von der Muskulversorgung der vorderen Spinnwarzen bei anderen hier untersuchten Spinnen. Die von den medialen Entochondriten heranziehenden Muskeln $v9_4$, $v9_5$ und $v3_{a1}$ setzen nur am Basalrand der Spinnwarze an. Lediglich die von lateral kommenden Muskeln $v3_{b1}$, $v4_{b3}$ und $v4_{a1}$ ziehen in die Spinn-

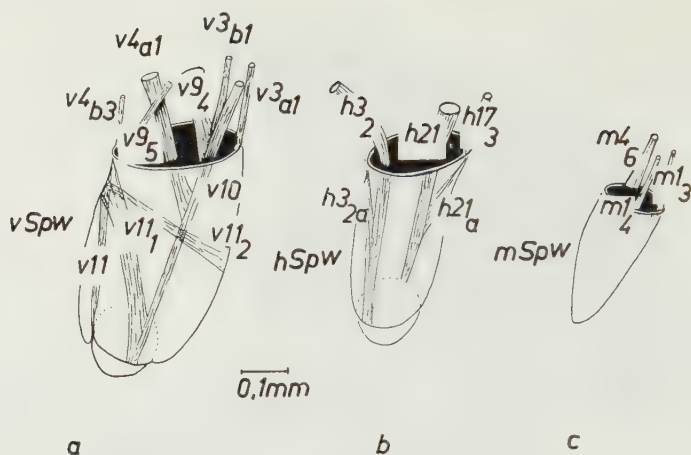


b) Ventrokaudalansicht, Hinterleib durchsichtig gedacht, nur seitliche Entochondriten und laterale Rumpfmuskulatur eingezeichnet. A = Analporus

warze hinein (Abb. 35 a). Der vom medialen Entochondriten kommende Muskel v_{10} setzt zwar am Basalrand der Spinnwarze an, zieht dann aber weiter bis zum ventro-medialen Rand der Spulenplatte. Die Muskeln $v_{3_{h1}}$ und $v_{4_{st1}}$ vereinigen sich innerhalb der Spinnwarze mit dem Muskel v_{10} (Abb. 35 a). Eine Besonderheit weist die vordere Spinnwarze von *Amaurobius* noch auf. Sie enthält einen transversal verlaufenden Muskel v_{11_2} , der in der dorsalen Wand der Spinnwarze entspringt und an der ventralen Wand inseriert. Transversal durch eine Spinnwarze verlaufende Muskeln kamen sonst nur bei den Orthognatha vor. Dort wurde bereits auf die mögliche funktionelle Bedeutung dieser Muskeln eingegangen.

Die Muskulatur der mittleren Spinnwarzen entstammt ausschließlich der medialen Längsmuskulatur. Diese Spinnwarzen enthalten, wie üblich, innen keine Muskeln, sondern ihre drei Muskeln m_{1_3} , m_{1_4} und m_{4_6} setzen am Rande der Spinnwarze an (Abb. 35 c).

Die hinteren Spinnwarzen sind nur mit wenigen Muskeln ausgestattet. Sie besitzen noch zwei in der Wand der Spinnwarze ent-



a

b

c

Abb. 35 *Amaurobius claustrarius* Hahn

- a) Linke vordere Spinnwarze durchsichtig gedacht, mit ansetzender und hineinziehender Muskulatur
 b) Linke hintere Spinnwarze durchsichtig gedacht, mit ansetzender und hineinziehender Muskulatur
 c) Linke mittlere Spinnwarze mit ansetzender Muskulatur

springende Muskeln $h21_a$ und $h3_{2a}$, die sich mit dem Muskel $h17_3$ bzw. $h3_2$ vereinigen (Abb. 34 a, b und 35 b).

Lebendbeobachtungen an *Amaurobius* wurden nicht angestellt.

b) *Psechrus argentatus* Doleschall

Psechrus kommt ebenfalls in allen Gebieten der Erde vor und erreicht eine Körperlänge von 1.4 cm. Untersucht wurden 18 Exemplare beider Geschlechter. *Psechrus* besitzt ein ungeteiltes Cribellum sowie drei Paar Spinnwarzen. Die hinteren Spinnwarzen wirken wesentlich gedrungener als die von *Amaurobius*. Sie sind aber ebenfalls zweigliedrig (Abb. 36). Die zweigliedrigen, vorderen Spinnwarzen tragen auf einer Platte kleine Spulen. Median stehen auf einem Vorfeld vor der Platte zwei viel größere, zweigliedrige Spulen (Abb. 37). Die mittleren Spinnwarzen sind auch hier eingliedrig und mit großen tüllenförmigen, zweigliedrigen Spulen bestanden (Abb. 38). Das distale Glied der hinteren Spinnwarze hat nur ein Drittel der Länge des Basalgliedes. Die tüllenförmigen, zweigliedrigen Spulen auf dem distalen Glied sind etwas kleiner als die der mittleren Spinnwarzen (Abb. 39 a, b).

Die Spinnwarzenmuskulatur entspringt an den medialen und lateralen Entochondriten, die vollzählig vorhanden sind. Auch bei

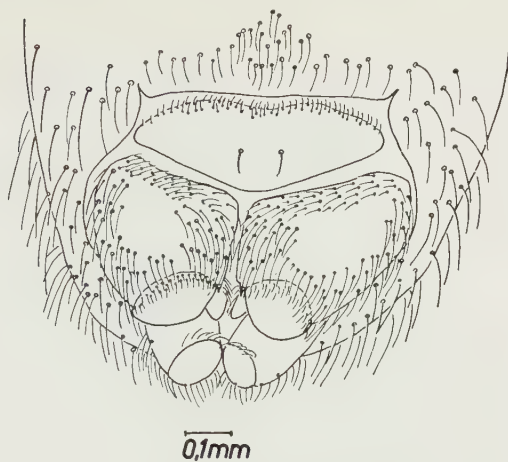


Abb. 36 *Psechrus argentatus* Doleschall
Ventralansicht des Spinnwarzenkomplexes



Abb. 37 *Psechrus argentatus* Doleschall
Spitze der rechten vorderen Spinnwarze



Abb. 38 *Psechrus argentatus* Doleschall
Linke mittlere Spinnwarze

Psechrus verläuft die laterale Rumpfmuskulatur nicht mehr parallel zur medialen.

Das Cribellum wird von drei Muskelpaaren versorgt (Abb. 40 a. b). Die Muskeln $cr3_1$ und $cr4$ setzen hinten am Cribellum an und bewirken seine Senkrechthaltung. Der Muskel $cr1$ zieht es wieder in das Niveau der Körperoberfläche zurück.

Die Muskulatur in den Spinnwarzen ist im Gegensatz zu *Amaurobius* weniger zahlreich. An die vorderen Spinnwarzen ziehen drei Muskeln, von denen nur der Muskel $v10$ vom medialen Entochondriten $t9$ kommt. Er durchzieht die Spinnwarze und setzt ventral an der Spulenplatte an. In seiner Wirkung wird er noch verstärkt durch die Muskeln $v4_3$ und $v3_{2a}$, die sich innerhalb der Spinnwarze mit ihm vereinigen. Der vom $t'9$ kommende Muskel $v3_2$ durchzieht die Spinnwarze und wird in seiner Funktion noch durch den Muskel $v11$ unterstützt, der in der dorsalen Wand der Spinnwarze entspringt (Abb. 40 c).

Die Muskeln der mittleren Spinnwarzen kommen ausnahmslos von dem $t10$ und setzen basal an der Warze an ($m1_{3a}$ und $m6$) (Abb. 40 a).

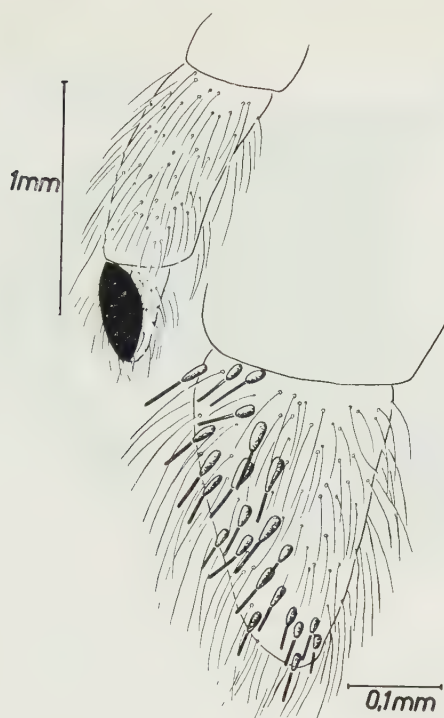


Abb. 39 *Psechrus argentatus* Doleschall
 a) Hintere Spinnwarze
 b) Spulenglied der hinteren Spinnwarze

Die hinteren Spinnwarzen werden bei *Psechrus* auffällig gut mit Muskeln versorgt. Hauptsächlich stammt diese Muskulatur von den lateralen Entochondriten $t'10$ und $t'11$ (Abb. 40 b). Der vom $t11$ kommende Muskel $h17_3$ zieht durch die Spinnwarze und inseriert ventro-medial am proximalen Rande des distalen Gliedes. Der vom $t'10$ an die hinteren Spinnwarzen verlaufende Muskel $h2_6$ endet lateral am proximalen Rande des distalen Gliedes. Die Muskeln $h2_{1a}$ und $h3_3$ setzen nur am Basalrand an. Aus der dorsalen Wand des Grundgliedes entspringt noch der Muskel $h20_1$, der zum dorsalen Rand des distalen Gliedes führt.

Psechrus konnte nicht lebend beobachtet werden, sodaß ich über Gespinst und Funktion der Spinnwarzen keine Aussage machen kann.

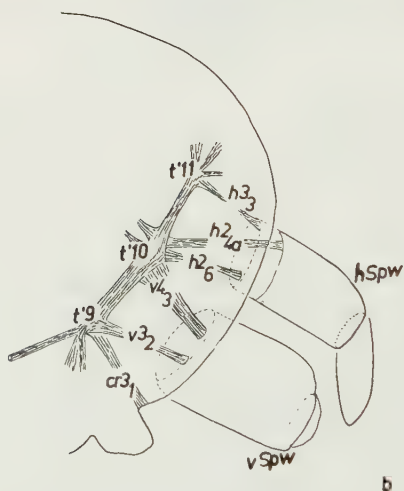
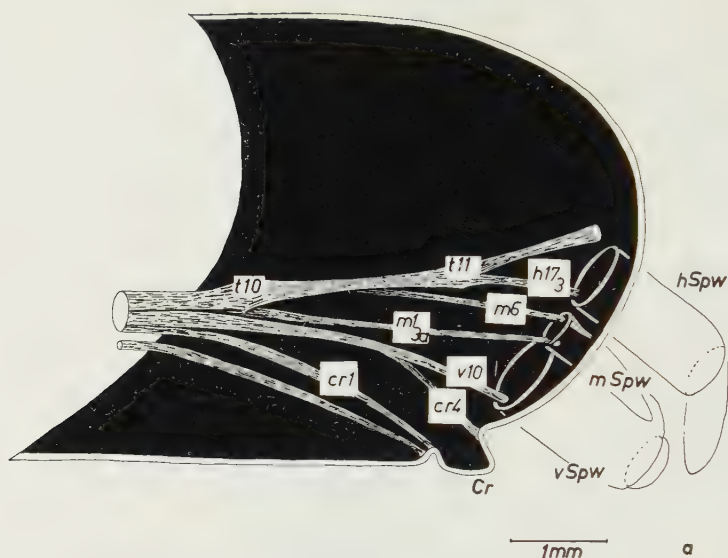
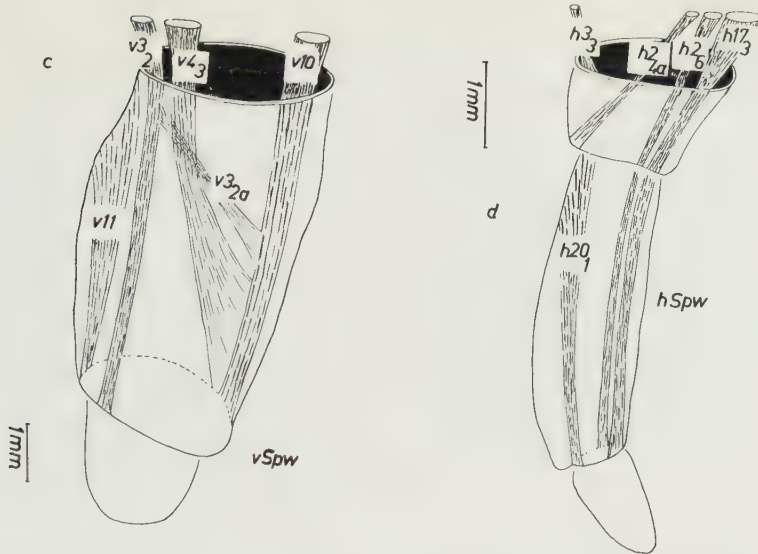


Abb. 40 *Psechrus argentatus* Doleschall

- a) Seitenansicht in den Hinterleib, seitliche Entochondriten und laterale Rumpfmuskeln weggelassen
 b) Ventrokaudalansicht des durchsichtig gedachten Hinterleibes nur die seitlichen Entochondriten und die laterale Muskulatur sind eingezeichnet



- c) Linke vordere Spinnwarze, durchsichtig gedacht mit hineinziehender Muskulatur
- d) Linke hintere Spinnwarze, durchsichtig gedacht mit ansetzender und hineinziehender Muskulatur

IV. Vergleichende Betrachtungen der speziellen Untersuchungsergebnisse unter phylogenetischen und funktionellen Gesichtspunkten

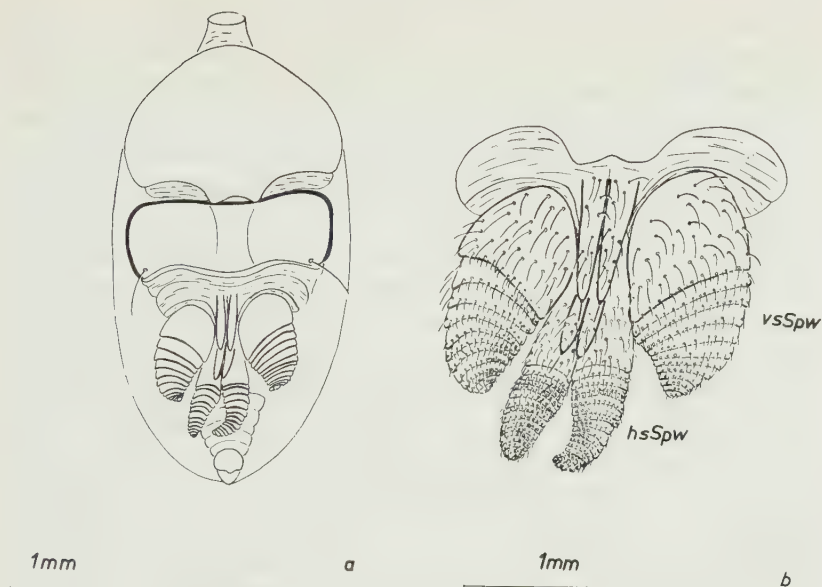
Bei dem nun folgenden Vergleich der speziellen Untersuchungsergebnisse sollen phylogenetische und ontogenetische Fragen behandelt werden, die die Herkunft und Entwicklung der äußeren Spinnorgane und ihrer Muskulatur betreffen.

Über die Abstammung der Araneen gibt es bisher nur Vermutungen. Als ihre nächsten rezenten Verwandten innerhalb der Chelicerata werden die Amblypygi (Pedipalpi) angesehen, die bezüglich der Körpergliederung und des Baues einiger innerer Organe weitgehende Übereinstimmung mit den Araneen aufweisen (K a e s t n e r, 1938). Sie unterscheiden sich jedoch von den Araneen durch das Fehlen von Spinnwarzen, die andersartige Ausgestaltung der Taster und des ersten Laufbeinpaars sowie der Kopulationsorgane. Lange Zeit galten Formen, ähnlich den rezenten Amblypygi, wegen

dieser weitgehenden Übereinstimmungen als „Stammelter“ der Araneen. Diese Ansicht zieht schon K a e s t n e r (1938) im Handbuch der Zoologie in Zweifel, da die Araneen während der Embryonalentwicklung abdominale Gliedmaßenanlagen aufweisen, die bei den Amblypygi nie auftreten. K a e s t n e r kam zu dem Schluß, die Araneen müßten unmittelbar auf Vorfahren mit Hinterleibsextremitäten zurückgehen. Diese abdominalen Gliedmaßenanlagen sind bei den Araneen embryonal noch als Anlagen im 8.—11. Körpersegment zu erkennen. Wie K a u t z s c h (1909/10) durch Untersuchungen zur Embryonalentwicklung von *Agelena labyrinthica* feststellen konnte, entwickeln sich aus den Extremitätenanlagen des 8. und 9. Körpersegmentes die Atemorgane und aus den Extremitätenanlagen des 10. und 11. Körpersegmentes die äußeren Spinnorgane. Zu ähnlichen Ergebnissen ist in neuerer Zeit Y o s h i k u r a (1954/55) gelangt, der die Embryonalentwicklung von *Heptathela kimurai* K i s h i d a (Mesothelae) untersucht hat.

Bedauerlicherweise geben die bereits bekannten fossilen Spinnen keinerlei Hinweise zur Frage, ob die Araneen unmittelbar von Vorfahren mit Hinterleibsextremitäten abstammen. Man kennt fossile Spinnen aus dem Oberkarbon sowie aus dem Tertiär, nicht aber aus dem Mesozoikum. Bei den Spinnen aus dem Oberkarbon sind zwei bis vier Paar Spinnwarzen vorhanden. Diese sind zwar zum meist schlecht erhalten, aber ihre Zahl läßt sich anscheinend eindeutig feststellen und auch die Tatsache, daß keine Hinterleibsextremitäten vorkommen (P i v e t e a u, 1952/58). Im übrigen gleichen diese Fossilien den rezenten Mesothelae bezüglich des Baues des Hinterleibes und der Augenstellung. Die aus dem Tertiär stammenden Spinnen liefern für das Problem der Ableitung der Spinnwarzen keinerlei Hinweise, denn sie lassen sich den rezenten Araneenfamilien meist ohne weiteres einordnen.

Die urtümlichsten rezenten Spinnen sind die Mesothelae. Zu ihnen gehören nur die Gattungen *Lipistius* Schiödte in Süd- und Südostasien (Burma, Malakka, Sumatra, Tonking, Shantung, Kiu-shiu Inseln) mit 7 Arten, *Anadiasthothele* mit dem gleichen Verbreitungsgebiet und *Heptathela* Kishida mit 2 Arten in Japan und China. *Lipistius* besitzt noch vier Paar Spinnwarzen; zwei Paar vielgliederige, äußere und zwei Paar eingliederige, innere Spinnwarzen. Die Vielgliederigkeit der beiden äußeren Spinnwarzenpaare von *Lipistius* und *Heptathela* ist vielleicht ein abgeleitetes Merkmal. Denn eine so hohe Gliederanzahl für Extremitäten ist als primär

Abb. 41 *Lipistius desultor* Schiödte

- a) Ventralansicht des Hinterleibes, Behorstung und Spulen auf den Spinnwarzen weggelassen
 b) Ventralansicht des Spinnwarzenkomplexes, die Spulen auf den seitlichen Warzen sind in Aufsicht gezeichnet, diese Spule sind kleine Chitinröhrchen. Sowohl die vorderen als auch die hinteren mittleren Spinnwarzen tragen nur je eine Spule

vs Spw = vordere seitliche Spinnwarzen
 hs Spw = hintere seitliche Spinnwarzen

im gesamten Arthropodenreich nicht nachzuweisen. Und auch die dritte rezente Mesothelae-Gattung, *Anadiastothele*, die dem *Lipistius* besonders nahe steht, hat nur ungegliederte Spinnwarzen. Dennoch könnte diese Vielgliederigkeit der äußeren Spinnwarzenpaare, die wir nur von *Lipistius* und *Heptathela* kennen, für die Ordnung *Aranea* selbst ein Primitiv-Merkmal sein. Die Anzahl von 8 Spinnwarzen wird als ursprünglich betrachtet, da *Lipistius* im Hinblick auf die bei ihm auch äußerlich noch deutlich sichtbare Segmentierung des Opisthosomas und wegen der Besonderheiten seiner ventralen Rumpfmuskulatur als besonders urtümlich anzusehen ist. Vertreter der Gattung *Heptathela* sind im Gegensatz zu *Lipistius* nur noch im Besitz von sieben Spinnwarzen. Die ursprünglich vier Paare von Spinnwarzen gehen gleichwohl auf nur zwei Paar von Extremitätenanlagen (des 10. und 11. Körpersegmentes) zurück;

denn nach embryologischen Befunden von Yoshikura (1954/55) erscheinen zunächst die beiden äußeren Warzenpaare als die Extremitätenanlagen des 10. und 11. Körpersegmentes, von denen sich erst postembryonal die beiden inneren Paare abspalten. Danach kommt es bei *Heptathela kimurai* Kishida zur Verschmelzung des hinteren, mittleren Warzenpaares zu einer unpaaren Warze ohne Spinnspulen. Bei den übrigen Araneen spalten sich die Anlagen für das hintere, mittlere Warzenpaar, soweit bekannt, bereits embryonal ab. Es kommt, aber außer bei den schon erwähnten urtümlichen Mesothelae, nie mehr zur Ausbildung von vier Paar Spinnwarzen, denn das vordere, mittlere Warzenpaar entsteht nicht mehr. Bei einigen cribellaten labidognathen Spinnen tritt aber an Stelle des vorderen, mittleren Warzenpaares ein verschieden ausgeprägter, unpaarer kleiner Hügel, der Colulus genannt wird. Er ist in der Gruppe der cribellaten Labidognatha weit verbreitet und kommt bei den Sicariidae, Hersiliidae, Theridiidae, Nesticidae, Linyphiidae, Araneidae, Cybaeinae und Thomisiformia vor. Der Colulus ist wahrscheinlich ohne Funktion. Bei den orthognathen Araneen wird ein Colulus nie angelegt. Im übrigen neigt diese Gruppe stark zur Reduktion der Spinnwarzenzahl und viele Vertreter besitzen nur zwei, wenige nur ein Paar Spinnwarzen. Eine Ausnahme bildet unter anderen *Hexathele* (Orthognatha) mit drei Paar Spinnwarzen. Bei den cribellaten Araneen kommt es stets zur Ausbildung von drei Paar Spinnwarzen; hinzu tritt bei ihnen ein vor dem Spinnwarzenkomplex liegendes flächiges Spinnsieb (Cribellum). Das Cribellum kann sowohl ungeteilt z. B. *Hypochilus* (Palaeocribellatae) als auch in der Mediane geteilt sein z. B. *Amaurobius* (Neocribellatae). Es dient der Herstellung einer besonderen Fadenart. Bisher wurden Colulus und Cribellum als homologe Organe angesehen (Simon, 1892; Millot, 1933; Kaestner, 1938), die sich aus den vorderen, mittleren Spinnwarzen entwickeln. Diese Deutung wird auch hier als die wahrscheinlichste angesehen.

Bristowe (1958) erscheint es „unwahrscheinlich, wenn gleich auch möglich“, daß sich die Spinnwarzen direkt aus zweiästigen Hinterleibsextremitäten entwickelt haben könnten. Als ursprünglichste Funktion der Spinnwarzen wird von Bristowe, was wohl berechtigt ist, die Produktion von Seide zum Schutze der Eier angesehen. Er glaubt, daß ein von Anfang an so kompliziert gebauter Spinnapparat zur Produktion der wenigen für die Koks benötigten Seide funktionell ganz unverständlich wäre. Bri-

stowe ist vielmehr der Meinung, daß nur das extremitätenhafte Aussehen der Spinnwarzen zu der Annahme verleitet, sie seien direkt aus Extremitäten entstanden. Er deutet die Möglichkeit an, daß die geringe Menge Seide einfach aus Öffnungen auf der Ventralseite des Hinterleibes ausgetreten sein könnte. Diese Öffnungen hätten sich dann, nach seiner Meinung, im Laufe der Entwicklung aus der Ventralseite erhoben und wären beweglich geworden. Bei den Cribellaten blieb nach Meinung von Bristowe ein Paar dieser Öffnungen in der Bauchseite liegen und breitete sich zum Cribellum aus.

Unter dem Eindruck der embryologischen Befunde (Kautzsch, 1909/10; Yoshikura, 1954/55) und der Kenntnis der Spinnwarzenmuskulatur der hier untersuchten Araneen wird diese Auffassung von Bristowe unwahrscheinlich. Denn: 1. Die Spinnwarzen entstehen deutlich aus Extremitätenanlagen des 10. und 11. Körpersegmentes (Kautzsch, 1909/10; Yoshikura, 1954/55). 2. Die Muskulatur der Spinnwarzen zeigt deutlich extremitätenhafte Züge. Es fehlt in den Spinnwarzen wie in den Extremitäten von Araneen, soweit bisher bekannt, (Parry, 1960; Whitehead und Rempell, 1959; eigene Untersuchungen an *Grammostola*) die Streckmuskulatur. Es ist stets nur Beugemuskulatur vorhanden. Die Muskulatur in den Spinnwarzen zieht größtenteils von Glied zu Glied, wie es auch in den Extremitäten der Fall ist. Regelrechte Gelenke werden weder in den Spinnwarzen noch in den Extremitäten ausgebildet.

Wir wenden uns nun der Frage zu, ob im Vergleich der hier gewonnenen Bilder der Spinnwarzenmuskulatur phylogenetische Entwicklungsrichtungen erkennbar sind. Bei den ursprünglich erscheinenden Spinnen verläuft die mediale und laterale, ventrale Rumpfmuskulatur parallel zueinander, und es sind sämtliche medialen und lateralen Entochondriten vorhanden, desgleichen die Muskeln, die diese Sehnenmassen verbinden. Das gilt z. B. für die ventrale Rumpfmuskulatur von *Lipistius* (Mesothelae) (Millot, 1933). Bei den hier untersuchten Spinnen sind diese Verhältnisse nun in verschiedenem Maße abgewandelt. So liegt z. B. bei den Orthognatha der Entochondrit t11 stets kurz vor dem Analporus und gibt keine Muskeln mehr an die Spinnwarzen ab. Die Spinnwarzen werden bei diesen Formen vom t10 und den anderen Entochondriten versorgt. Wenn jedoch der Entochondrit t11 weiter craniad

liegt als bei den untersuchten Orthognatha, kann er Muskulatur an die Spinnwarzen abgeben, und das ist bei manchen ecribellaten Labidognatha wie den *Sicariidae* und *Agelenidae* der Fall (z. B. Muskel v8 bei *Sicarius*, *Tegenaria* und *Agelena*; Muskel col bei *Loxosceles*) (Abb. 30 a, 18, 21, 27). Dieser Befund stellt insofern einen vielleicht phylogenetisch älteren Zustand dar, als wir ihn für den Entochondriten t11 bei den Orthognatha angetroffen haben. Der Entochondrit t'11 verliert offenbar ebenfalls im Laufe der phylogenetischen Entwicklung die Bedeutung für die Muskelversorgung der Spinnwarzen. Bei den untersuchten Orthognatha und bei *Hahnia*-Arten ist er noch daran beteiligt (Abb. 3, 9 a, 11, 14, 24); bei den *Sicariidae* wurde er noch angetroffen, dient aber nicht mehr als Ansatzstelle für Muskeln der Spinnwarzen (Abb. 27, 30 a). Bei den hier untersuchten *Hersiliidae* und *Agelenidae* fehlt er ganz (vgl. aber die Befunde *Brown* an *Agelena naevia*, die ihn noch hat) (Abb. 18, 21, 32 a). Der laterale Entochondrit t'10 ist bei *Hersilia*, die nur noch einen lateralen Entochondriten besitzt, vielleicht verlagert worden. Auf Grund der Muskeln h2₂ und h2₄ (Abb. 3, 9 a, 11, 14, 32 a) und des Verbindungsmuskels des einzigen lateralen Entochondriten mit dem medialen Entochondriten t9 ist es wahrscheinlich, daß in dem einen lateralen Entochondriten sowohl der t'9 als auch der t'10 enthalten sind. Eine solche Verlagerung des t'10 könnte funktionelle Ursachen haben. *Hersilia spec.* besitzt extrem lange hintere Spinnwarzen, die fast die Körperlänge dieser Tiere (1 cm) erreichen und dann mit Hilfe des weit orad verlagerten Muskelansatzpunktes besser bewegt werden können.

Bei den Neocribellaten verläuft die mediale und laterale, ventrale Rumpfmuskulatur nicht mehr parallel. Es sind alle Entochondriten und deren Verbindungsmuskeln vorhanden, jedoch fehlt ihnen der bei den Orthognatha und einigen ecribellaten Labidognathen (*Sicarius*, *Tegenaria*, *Agelena*) auftretende transversale Rumpfmuskel t9—t'9, den übrigens auch die Palaeocribellatae (*Austrochilus*; *Zapfe y Gertsch*, 1955) sowie die Mesothelae besitzen. Die Mehrzahl der Muskeln, die von den medialen Entochondriten an die äußeren Spinnorgane abgehen, zweigen bei den hier untersuchten Cribellaten medial vom Hauptmuskel t9—t10—t11 ab. Außerdem ist hervorzuheben, daß das Cribellum reichlich mit Muskulatur versorgt wird. Insofern führen die hier untersuchten Neocribellaten einen gleichartig recht eigenständigen Typ der Spinnwarzenmuskulatur vor.

Wie aus Tabelle I hervorgeht, besteht sowohl bei den Muskeln, die an die äußeren Spinnorgane abzweigen als auch bei den Muskeln innerhalb der Spinnwarzen die Tendenz zu einer Abnahme der Vielfalt und Differenzierung. Die für die Ecribellaten schon bei den Orthognatha einsetzende Reduktion der Spinnwarzenmuskulatur (vgl. *Grammostola*, Abb. 3 mit *Hapalopus*, Abb. 11) wird eindrucksvoll fortgeführt bei den ecribellaten Labidognathen. Bei ihnen ist verhältnismäßig reichhaltig noch die Spinnwarzenmuskulatur bei *Hahnina* und *Hersilia* (Abb. 24, 32 a). Bei *Hahnina spec.* verläuft die mediale und laterale, ventrale Rumpfmuskulatur noch eindeutig parallel zueinander. Höhere Grade der Reduktion erreicht die Spinnwarzenmuskulatur bei den untersuchten Agelenidae und Siciariidae (Abb. 18, 21, 27, 30 a). Die hier untersuchten Cribellaten besitzen dagegen eine reich differenzierte Muskulatur der äußeren Spinnorgane (Abb. 34 a, 35 a—c, 40 a—d). Schon aus diesen kurzen Hinweisen wird deutlich, daß die hier untersuchten Muster der Spinnwarzenmuskulatur, wenigstens für die Orthognatha und die ecribellaten Labidognatha eine bestimmte phylogenetische Entwicklungsrichtung erkennen lassen: der merkmalsphylogenetische Fortschritt führt hier zur Verringerung der Zahl der Entochondriten oder zumindest zur zunehmenden Aussonderung einiger von ihnen als Ausgangspunkte für die Spinnwarzenmuskulatur, und er führt vor allem zur Vereinfachung der Spinnwarzenmuskulatur selbst. Freilich läßt sich mit dem hier untersuchten Material keine einfach und gleichsinnig durchlaufende Reihung nachweisen.

Doch bevor darauf eingegangen wird, sei noch die Frage erörtert, inwieweit eine reicher differenzierte Muskelversorgung auch funktionell interpretiert werden kann. An einen funktionellen Zusammenhang mag man bei der reichen Differenzierung der Spinnwarzenmuskulatur in den Spinnwarzen der großen Orthognathen denken. Sie sind sicherlich mit ihrer gelegentlich — für Araneen — auffallenden Körpergröße, mit der gerade für die großen Formen charakteristischen Reduktion der Spinnwarzenzahl auf zwei Paar, abgeleitete Formen. Da nicht zu entscheiden ist, ob die Länge der Spinnwarzen der hier untersuchten Orthognatha ein ursprüngliches Merkmal ist, bleibt unentscheidbar auch die Frage, welche Einzelheiten in der Differenzierung der zugehörigen Muskulatur als funktionell abgeleitet oder als ursprünglich interpretiert werden müssen. Eine funktionelle Deutung drängt sich geradezu auf für die Entwicklung des transversal durch die hinteren Spinnwarzen

der Theraphosidae und Dipluridae verlaufenden Muskels h4 (Abb. 6, 9 b, 12) und des bei *Amaurobius* (Neocribellatae) transversal durch die vorderen Spinnwarzen ziehenden Muskels vl1₂ (Abb. 35 a). Bei den Theraphosidae und Dipluridae scheint er deutlich aus dem Muskelkomplex h5 entstanden zu sein, dessen Züge ursprünglich zwischen dem Grund- und dem darauffolgenden Gliede der hinteren Spinnwarze gespannt sind. Für die Vorstellung von ihrer funktionell abgeleitet bedingten Entstehung ist es wohl eine Bestätigung, wenn wir diesen Transversalmuskel h4 bei der wegen ihrer drei Paar Spinnwarzen ursprünglichsten und überdies kleinsten Formen der Orthognatha, bei *Hexathele*, noch nicht antreffen. Bei der größten der untersuchten Formen, bei *Grammostola*, wird dieser Muskel h4 durch eine Portion des Muskels h5 im zweiten Glied der hinteren Spinnwarze in seiner Wirkung verdoppelt. Es ist höchst wahrscheinlich, daß solche Muskeln in Zusammenhang mit der hochspezialisierten Funktion der Spinnwarzen stehen und mit der Entleerung der Spinndrüsen zu tun haben (S. 44).

Die Untersuchung der Spinnwarzenmuskulatur einiger Theraphosidae und Dipluridae erbrachte noch ein sehr interessantes Ergebnis. Mit Ausnahme von *Hexathele* besitzen diese Formen nur zwei Paar Spinnwarzen; es fragt sich nun wie die Homologieverhältnisse hier liegen. Bisher akzeptierte man allgemein die freilich hier topographisch orientierte Bezeichnung „vorderes Warzenpaar“ für das kleine und „hinteres Warzenpaar“ für das große Warzenpaar jener Orthognatha, die nur zwei Paar besitzen. Aber schon Simon (1892) und Montgomery (1909) haben darauf hingewiesen, daß das sogenannte vordere Warzenpaar der nur mit zwei Paar Spinnwarzen ausgestatteten Orthognatha das hintere, mittlere Spinnwarzenpaar sein müßte. Die genaue Untersuchung der Muskulatur dieser Spinnwarzen erwies die Richtigkeit des Hinweises jener Autoren. Sie ergibt nämlich, daß der Bau und die Muskelversorgung der „vorderen Spinnwarzen“ von *Grammostola*, *Macrothele* und *Hapalopus* vollkommen den Verhältnissen entsprechen wie sie bei den mittleren, hinteren Spinnwarzen von *Hexathele* und allen übrigen untersuchten Spinnen vorliegen. Es ziehen also nur wenige Muskeln an die zart gebauten, eingliederigen und innen ohne Muskulatur ausgestatteten „vorderen Spinnwarzen“ des 11. Segmentes. Damit ist der Beweis für die Homologisierung der „vorderen Spinnwarzen“ jener Theraphosidae und Dipluridae, die nur zwei Spinnwarzenpaare besitzen, mit den mittleren Spinn-

warzen der Araneen mit drei Spinnwarzenpaaren erbracht. Die „vorderen Spinnwarzen“ der mit zwei Paaren versehenen Orthognatha sind daher als mittlere Spinnwarze des 11. Segmentes zu bezeichnen.

Die Vielfalt der Spinnwarzenmuskulatur der hier untersuchten Araneen läßt sich im großen auf zwei Typen reduzieren: 1. den wohl umschriebenen Orthognathen-Typ, 2. den Cribellaten-Typ.

1. Der Orthognathen-Typ: Bei den hier untersuchten Theraphosidae und Dipluridae verläuft die mediale und laterale, ventrale Rumpfmuskulatur stets parallel zueinander. Es sind sämtliche medialen und lateralen Entochondriten vorhanden, die mit den entsprechenden Muskeln untereinander verbunden sind. Der Verbindungsmuskel zwischen den lateralen Entochondriten t'10 und t'11 fehlt bereits bei *Grammostola*, *Hapalopus* und *Hexathele*, während *Macrothele* ihn noch besitzt und darin vielleicht einen phylogenetisch älteren Zustand repräsentiert. Im übrigen aber erscheint hier das Bild der Spinnwarzenmuskulatur von *Hexathele* als besonders ursprünglich; ganz abgesehen von dem Vorhandensein eines vorderen Spinnwarzenpaares besitzt sie noch zwei voneinander unabhängige Muskeln zur Bewegung der mittleren Spinnwarzen und sie besitzt nicht den zweifellos abgeleiteten transversal verlaufenden Muskel im Basalglied der hinteren Spinnwarzen. Die Bilder der Spinnwarzenmuskulatur der übrigen hier untersuchten Orthognathen sind demgegenüber insofern schon charakteristisch vereinfacht, als sie ja nur zwei Paare von Spinnwarzen besitzen. Sie haben auch nur einen Muskel für die mittleren Spinnwarzen und zwar haben *Macrothele* und *Hapalopus* denjenigen bewahrt, der — auch bei *Hexathele* — vom Entochondriten t9 ausgeht, während *Grammostola* den anderen, den vom t10 ausgehenden Muskel, noch besitzt. Der Entochondrit t11 liegt immer kurz vor dem Analphorus und versorgt diesen mit Muskeln, wird aber nie als Ansatzstelle für die Muskulatur von Spinnwarzen benutzt, da er zu weit caudad liegt. Die Muskulatur in den hinteren Spinnwarzen ist außerordentlich kompakt und zieht größtenteils von Glied zu Glied. Mit der Spinnwarzenmuskulatur der Orthognatha, wie sie in den meisten Hinsichten am ursprünglichsten *Hexathele* vorführte, ist aus unseren Befunden an den cribellaten Labidognathen recht genau der bei *Hahnna spec.* zu vergleichen (Abb. 24). Hier besteht eine große Übereinstimmung bis in Einzelheiten hinein,

wenn auch *Hahnia* bereits des Verbindungsmuskels zwischen den Entochondriten t9 und t'9 entbehrt, so erscheint sie vielleicht ursprünglicher selbst als Hexathele durch den Besitz des Verbindungsmuskels zwischen t'10 und t'11, der für die Orthognatha nur bei Macrothele angetroffen wurde.

An das Bild der Spinnwarzenmuskulatur von *Hahnia spec.* schließt sich plausibel das von *Hersilia spec.* an (Abb. 32 a). Bei *Hersilia* ist die Reichhaltigkeit der im Abdomen liegenden Spinnwarzenmuskulatur deutlich erhalten, aber von den lateralen Entochondriten t'9, t'10 und t'11 besteht nur ein einziger. Merkwürdig ist hier sein Verbindungsmuskel zum Entochondriten t9, der dafür spricht, daß hier der t'9 und der t'10 miteinander verschmolzen sind.

Ein recht anderes Bild aber, das nicht ohne weiteres mit den vorher genannten Gattungen verglichen werden kann, bietet die Spinnwarzenmuskulatur der hier untersuchten Agelenidae (Abb. 18 und 21). Dies beruht zunächst vor allem darauf, daß bei ihnen der ventrale Entochondrit t11, von dem bei den Orthognatha, bei *Hahnia* und *Hersilia* keine Spinnwarzenmuskeln ausgehen, viel weiter orad liegt und zum Ausgangspunkt für die Muskulatur der Spinnwarzen wird, während der Entochondrit t9 hierfür ganz ausfällt. Auch den für die Spinnwarzenmuskulatur der Orthognatha, der *Hahnia* und *Hersilia* so charakteristischen Muskel hl, der vom Entochondriten t10 ausgeht und die hinteren Spinnwarzen bewegt, treffen wir hier nicht wieder. Ob ihm aber nicht bei den Agelenidae der Muskel h 17, der hier vom Entochondriten t11 ausgeht samt dem Verbindungsmuskel zwischen dem Entochondriten t10 und t11 entspricht, bleibt fraglich. Es könnte ja der Entochondrit t11 vielleicht sekundär in jenen Muskelzug hl gleichsam als Relaispunkt eingeschoben worden sein. Überlegungen solcher Art machen die phylogenetische Beurteilung des Musters der Spinnwarzenmuskulatur der untersuchten Agelenidae besonders schwierig. Man könnte geneigt sein, wegen der Funktion des Entochondriten t11 die Spinnwarzenmuskulatur der untersuchten Agelenidae für insofern ursprünglicher als die entsprechenden Muster der Spinnwarzenmuskulatur der Orthognatha, der *Hahnia* und *Hersilia* anzusehen. Aber es erscheint auch nicht als ausgeschlossen, daß diese Funktionalität des Entochondriten t11 hier sekundär ist.

Bei den untersuchten Sicariidae (Abb. 27, 30 a) finden wir wieder den — den untersuchten Agelenidae fehlenden — lateralen

Entochondriten t'11, der mit t'10 sogar durch einen Muskelzug verbunden, aber nicht Ausgangspunkt für Spinnwarzenmuskeln ist. Wir finden wieder, wenigstens bei *Loxosceles rufescens*, die Muskelzüge v1 und m2, die auch für *Hexathele hochstetteri*, *Hahnina spec.* und *Hersilia spec.* nachzuweisen waren, nicht aber für die Agelenidae. *Sicarius spec.* zeigt dagegen im einzelnen recht abgeleitete Verhältnisse wegen der für ihn sicher sekundären Orad-Verlagerung der Spinnwarzen. Aber *Loxosceles* wie *Sicarius* haben ebenso wie die Agelenidae den medialen Entochondriten t11 in Funktion für Muskeln, die zu den vorderen, den mittleren und (nur *Loxosceles*) den hinteren Spinnwarzen ziehen. Dazu kommt bei *Loxosceles* noch ein kleines Muskelpaar, das von den Entochondriten t11 zum Colulus zieht.

Ein wieder anderes Bild bietet das Spinnwarzenmuskulaturmuster von *Uroctea durandi* Latreille (C r o m e, 1956). Für die Vertreter der Familie der Urocteidae wurden hier keine Untersuchungen angestellt. *Uroctea durandi* ist durch die dicht zusammengedrückte Stellung ihrer drei Spinnwarzenpaare ausgezeichnet, so wie dies auch für die hier untersuchten Cribellaten gilt. Damit mag die für *Uroctea durandi* gegenüber den anderen hier untersuchten labidognathen Ecribellata auffällige Verlagerung der lateralen Entochondriten t'10 und t'11 kaudad-laterad im Abdomen zusammenhängen. Davon abgesehen ist auch sonst ihr Spinnwarzenmuskulaturmuster mit dem der hier untersuchten labidognathen Ecribellata nicht ohne weiteres zu vergleichen. Von den medialen Entochondriten finden wir t9, t10 und t11. Während von t11 Muskelzüge nur an den Anahügel ausgehen, werden von t9 aus die vorderen und die mittleren, von t10 die mittleren Spinnwarzen mit Muskulatur versorgt. Die hinteren Spinnwarzen werden ausschließlich von den auch ihrerseits durch einen Muskelzug verbundenen lateralen Entochondriten t'10 und t'11 mit Muskulatur versehen; von t'10 geht außerdem noch je ein Muskelzug an die vorderen und mittleren Spinnwarzen.

So zeigen also die ecribellaten Labidognathen, soweit hier untersucht, mindestens drei recht verschiedene Muster ihrer Spinnwarzenmuskulatur, die nicht ohne weiteres miteinander vergleichbar und schon gar nicht aufeinander zurückzuführen sind. Von ihnen entspricht nur das von *Hahnina spec.* und *Hersilia spec.* eini-

germaßen dem „Orthognathen-Thyp“ wie bei *Hexathele hochsteteri*.

2. Der Cribellaten-Typ: Von dem „Orthognathen-Typ“ in wesentlichen Zügen unterschieden sind die Vertreter der hier untersuchten Neocribellatae. Ihre laterale, ventrale Rumpfmuskulatur verläuft nicht, wie wir es von den Orthognathen und den hier untersuchten ecribellaten Labidognathen gewöhnt sind, parallel zu der medialen, sondern diese ist lateral verlagert, während die laterale Rumpfmuskulatur etwa parallel zu den Basalringen der Spinnwarzen zieht (Abb. 34 a, b, 40 a, b). Diese laterale Verlagerung der medialen Rumpfmuskulatur hat mit Sicherheit zur Folge, daß die Mehrzahl der Muskeln, die von der medialen Rumpfmuskulatur an die äußeren Spinnorgane abgehen, medial von dieser abgehen, während diese Muskeln bei Vertretern des „Orthognathen-Typs“ vorwiegend lateral von ihr abzweigen. Es kann aber nicht ganz ausgeschlossen werden, daß diese Lage der medialen und lateralen Rumpfmuskulatur durch eine dichtere Scharung der Spinnwarzen verursacht ist, wie sie die hier untersuchten Cribellata haben und wie wir sie unter den Ecribellata z. B. von den (hier nicht untersuchten) Araneidae und Urocteidae kennen. Darüber hinaus bieten die hier untersuchten Cribellaten einige Besonderheiten, die sie von den Vertretern des „Orthognathen-Typs“ trennen. Zwar sind hier wieder alle Entochondriten vorhanden und beteiligen sich alle an der Muskelversorgung der äußeren Spinnorgane, aber es fehlt bei den hier untersuchten Arten der Transversalmuskel t9—t'9. Der Entochondrit t11 liegt weit genug orad und versorgt hier nur die hinteren Spinnwarzen mit Muskeln. Auch der t'11 beteiligt sich an der Muskelversorgung dieser Spinnwarzen. Ferner ist die Muskulatur in den vorderen und hinteren Spinnwarzen sehr reichhaltig. Es treten hier Muskeln auf, die bei dem „Orthognathen-Typ“ nicht vorkommen. Sie entspringen in der Wand des Grundgliedes der vorderen und hinteren Spinnwarzen und ziehen zum nächsten Glied (vgl. Muskel v11, v3_{2a}, h21_a, h20₁; Abb. 35 a, b, 40 c, d). Außerdem spaltet sich die Muskulatur in den vorderen Spinnwarzen stärker auf, so teilt sich bei *Amaurobius* der Muskel v11 und bei *Psechrus* der Muskel v3₂. Als unvergleichlich mit den vom „Orthognathen-Typ“ bekannten Mustern der Spinnwarzenmuskulatur ist die reichhaltige Muskelversorgung des Cribellums anzusehen. Das Cribellum wird von drei (*Psechrus*) bzw. vier (*Amaurobius*) Muskelpaaren versorgt.

So zeigen also die Neocribellaten, soweit hier untersucht, ein anderes Muster der Spinnwarzenmuskulatur, das nicht ohne weiteres auf das des „Orthognathen-Typs“ zurückzuführen ist.

Wir wenden uns nun der Frage zu, ob durch die hier gewonnenen Ergebnisse Aussagen zur Homologie des bei einigen cribellaten Labidognatha auftretenden Colulus mit dem Cribellum gemacht werden können.

Es wird angenommen (Simon, 1892; Millot, 1933; Kaestner, 1938), daß beide Organe homolog seien. Man vermutete, daß sie sich aus den vorderen, mittleren Spinnwarzen von Formen, ähnlich dem *Lipistius* (Mesothelae), entwickelt hätten. Nicht zuletzt deshalb werden die Mesothelae an den Anfang des Systems der Araneen gestellt (Kaestner, 1938).

Diese Auffassung wirft einige Probleme auf, die hier zur Diskussion gestellt werden sollen und die phylogenetische Entwicklung der vorderen, mittleren Spinnwarzenanlagen sowie die Stellung der Mesothelae im System betreffen.

Die vorderen, mittleren Spinnwarzen von *Lipistius* (Abb. 41) stehen dicht mediad der vorderen, seitlichen Spinnwarzen. Bei allen Cribellaten liegt dagegen das Cribellum immer deutlich vor den vorderen, seitlichen Spinnwarzen; es stellt bei *Hypochilus* (Palaeocribellatae) noch ein kegelstumpfförmiges Gebilde dar, bei den Neocribellaten jedoch handelt es sich um eine falltürartig aufstellbare Klappe. Diese Lage und die Form des Cribellums könnten Anlaß zu der Vermutung geben, daß sich das Cribellum nicht aus den Anlagen der vorderen, mittleren Spinnwarzen entwickelt hat, sondern sich phylogenetisch aus den „Lungen“platten des 9. Körpersegmentes (3. Hinterleibssegmentes) herleitet. Der für die Cribellaten als ursprünglich anzusehende *Hypochilus* (Palaeocribellatae) besitzt aber im 8. und 9. Körpersegment je ein Paar „Lungen“-platten und darüber hinaus ein Cribellum, das zwar ungeteilt ist, aber dessen schon erwähnte kegelstumpfförmige Ausbildung auf eine Ableitung von Spinnwarzenanlagen hindeutet. Wie außerdem aus embryologischen Befunden an *Filistata* (Neocribellatae; Montgomery 1909) hervorgeht, ist das Cribellum ontogenetisch ebenfalls von den Anlagen der vorderen, mittleren Spinnwarzen abzuleiten. Somit sprechen die Tatsachen gegen die oben angeführte Vermutung, das Cribellum habe sich aus den „Lungen“platten des 9. Körpersegmentes (3. Hinterleibssegmentes) entwickelt.

Für die Frage, ob sich das Cribellum aus vorderen, mittleren Spinnwarzen, wie sie heute die Mesothelae zeigen, entwickelt haben könnte, ist ferner noch zu bedenken, daß das Cribellum selbst im Gegensatz zum Colulus und den vorderen, mittleren Spinnwarzen der Mesothelae ein ausgesprochen funktionstüchtiges Organ mit reicher Muskelversorgung ist. Die vorderen, mittleren Spinnwarzen der Mesothelae dagegen sind nur sehr schwach entwickelt und besitzen nur eine Spinnspule. Ihre Funktion dürfte daher sehr begrenzt sein. Leider wissen wir nichts über die Muskelversorgung dieser Spinnwarzen. Ihre dürftige Ausbildung läßt jedoch vermuten, daß auch ihre Muskulatur im Gegensatz zu der des Cribellums nur kümmerlich entwickelt ist. Nach der Dolló'schen Regel (Remane, 1952) kann sich aus einem soweit degenerierten Organ kein ausgesprochen funktionstüchtiges Organ (Cribellum) entwickelt haben. Somit ist es unwahrscheinlich, daß das Cribellum sich von vorderen, mittleren Spinnwarzen herleitet, die bereits einen regressiven Ausbildungszustand entwickelt haben, wie sie ihn heute bei den Mesothelae zeigen. Dennoch können natürlich die vorderen, mittleren Spinnwarzen dem Cribellum homolog sein. Denn der rezente *Lipistius* kann selbstverständlich nicht der „Stammvater“ der anderen rezenten Araneen sein. Wenn er also die vorderen, mittleren Spinnwarzen reduziert hat, können dennoch die seiner Ahnen voll funktionsfähig gewesen sein.

Der bei einigen cribellaten Labidognatha auftretende Colulus ist möglicherweise durch fortschreitende Degeneration aus den Anlagen der vorderen, mittleren Spinnwarzen entstanden. Er besitzt keine Spinnspulen mehr und seine Funktion ist nicht erwiesen. Daß der Colulus aus einer ursprünglich paarigen Anlage entstanden ist, beweisen schon die Untersuchungen von Millot (1933) und die Tatsache, daß er bei *Loxosceles rufescens* (Abb. 28 b) ein Paar Muskeln besitzt. Für seine fortschreitende Degeneration innerhalb der cribellaten Labidognathen spricht seine unterschiedliche Ausprägung. Bei den Hersiliidae und den Loxoscelinae (Sicariidae) ist der Colulus noch deutlich warzenhaft ausgebildet. Wo er aber bei den übrigen cribellaten Labidognathen auftritt, stellt er nur ein rudimentäres unpaares Gebilde dar. Bei den Orthognatha wird er nie angelegt.

Im Laufe der Phylogenie der Araneen ist der Colulus höchstwahrscheinlich aus den Anlagen der vorderen, mittleren Spinnwarzen durch Verschmelzung entstanden, sowie ein ganz entspre-

chendes Gebilde im Laufe der postembryonalen Entwicklung der rezenten *Heptathela kimurai* Kishida (Yoshikura) (1954) sich durch Vereinigung der hinteren, mittleren Spinnwarzen bildet.

Es ist weniger schwierig sich vorzustellen, daß der Colulus sich direkt aus vorderen, mittleren Spinnwarzen wie bei *Lipistius* entwickelt hat, da in ihm die in den vorderen, mittleren Spinnwarzen von *Lipistius* angedeutete Entwicklung zur Degeneration weiter fortgeführt zu werden scheint, die sich beim Colulus im Verlust der Spulen und der Muskulatur bemerkbar macht (Vgl. *Loxosceles rufescens* mit *Hersilia spec.*; Abb. 27, 32). Danach könnte man annehmen, die phylogenetische Entwicklung der vorderen, mittleren Spinnwarzen der Ahnen der rezenten Spinnen habe verschiedene Wege eingeschlagen, von denen einer zu den in sehr beschränktem Maße funktionsfähigen vorderen, mittleren Spinnwarzen von *Lipistius* führte. Als Rudiment, in Form des sehr verschieden ausgeprägten Colulus, sind die vorderen, mittleren Spinnwarzen bei den ecribellaten Labidognatha erhalten, die einen Colulus tragen. Zum völligen Verlust dieser Spinnwarzen ist es bei den Orthognatha und den ecribellaten Labidognatha gekommen, die keinen Colulus tragen. Als eine zeitlich möglicherweise eher abzweigende phylogenetische Entwicklungsrichtung der vorderen, mittleren Spinnwarzen ist die von den Cribellaten eingeschlagene anzusehen, denn es ist wahrscheinlich, daß die Entwicklung des Cribellums zu einer Zeit begonnen hat, als die vorderen, mittleren Spinnwarzen der Ahnen der rezenten Spinnen noch voll funktionsfähig waren.

Nach dieser Vermutung würde der *Lipistius* den Ecribellaten näher stehen als den Cribellaten und zwar wegen des hier als abgeleitet anzusehenden Zustandes der sehr reduzierten Funktionsfähigkeit der vorderen, mittleren Spinnwarzen bei den Mesothelae und ihre gänzlichen Verluste bei den Ecribellaten, soweit nicht bei ihnen der aber auch sehr funktionsreduzierte Colulus angetroffen wird. Demgegenüber erscheint die hohe Funktionstüchtigkeit und reiche Muskelversorgung des Cribellums als eines Homologons der vorderen, mittleren Spinnwarzen bei den Cribellaten als ursprünglich. Danach ist es hoch wahrscheinlich, daß die Cribellaten im Hinblick auf die vorderen, mittleren Spinnwarzen früh eine eigene Entwicklungsrichtung eingeschlagen haben. Colulus und Cribellum, für die die alte Auffassung als homologe Organe sicher das Richtige trifft, sind durch verschiedene und unabhängige Entwicklungsrichtungen der vorderen, mittleren Spinnwarzen entstan-

den, wie sie die Ahnen der rezenten Spinnen als funktionstüchtige Einrichtungen besessen haben müssen. H o m a n (1951) kommt durch seine Untersuchungen an den Nebenaugen von Araneen zu dem Ergebnis, die Cribellaten unterscheiden sich in diesem Merkmal nicht von den Ecribellaten und er hält es ebenso wie P e t r u n k e v i t c h (1939) für berechtigt, die cribellaten Familien unter die Ecribellaten einzuordnen. P e t r u n k e v i t c h (1939) kommt auf Grund übereinstimmender Merkmale der inneren Organe zu diesem Schluß. Wenn nach den hier freilich nur an zwei Arten einer Familie erhobenen Befunden das Cribellum und seine Muskelversorgung als ein merkmalsphylogenetisch recht ursprüngliches Organ der Araneen erscheint, dann könnte darin die Auffassung C r o m e s (1955) über die Sonderstellung der Cribellatae gegenüber den übrigen Araneen gestützt werden, die C r o m e aus abgeleiteten nur den Cribellaten gemeinsamen Merkmalen der Rumpfmuskulatur begründet hatte. Die Widersprüchlichkeit dieser Auffassung über die phylogenetische Wertigkeit der Cribellaten gegenüber der anderen, zu der P e t r u n k e v i t c h und H o m a n gelangt sind, bedarf weiterer Untersuchungen.

V. Zusammenfassung

1. An dreizehn Araneen-Arten aus sieben Familien wurde die Muskulatur der äußeren Spinnorgane untersucht und dargestellt.
2. Die einzelnen Muskeln der äußeren Spinnorgane wurden miteinander homologisiert und benannt.
3. Soweit durch diese Untersuchung zu übersehen ist, läßt sich die Spinnwarzenmuskulatur mit der Extremitätenmuskulatur der Araneen vergleichen. Sowohl in der Extremitätenmuskulatur, soweit sie bisher bekannt ist, als auch in der Spinnwarzenmuskulatur treten nur Beugemuskeln nie Streckmuskeln auf. Dieses Ergebnis wurde gleichzeitig und unabhängig von den Befunden P a r r y s (1960) erhalten.
4. Bei den Orthognathen und den ecribellaten Labidognathen verlaufen die mediale und die laterale, ventrale Rumpfmuskulatur parallel zueinander. Bei den ursprünglich erscheinenden Formen (Orthognatha) sind sämtliche Entochondriten vorhanden.
5. Bei den hier untersuchten Ecribellaten läßt sich die Tendenz zur Verringerung der Zahl der Entochondriten bzw. zur Aussonderung einiger von ihnen als Ansatzpunkte für die Muskeln der Spinnwarzen erkennen. Im Laufe der phylogenetischen Entwicklung hat sich offenbar die Muskulatur in den Spinnwarzen ebenfalls vereinfacht. Bei den Ecribellaten treten drei verschiedene Muster der Spinnwarzenmuskulatur auf, die im Prinzip zwar übereinstimmen, in den Einzelheiten jedoch wesentliche Unterschiede aufweisen.

6. Die hier untersuchten Neocribellatae zeigen im Gegensatz dazu eine abgewandelte ventrale Rumpfmuskulatur. Ihre laterale, ventrale Rumpfmuskulatur verläuft nicht mehr parallel zur medialen, sondern sie liegt etwa parallel zu den Basalringen der Spinnwarzen. Darüber hinaus ist die Muskulatur in den Spinnwarzen reichhaltiger und die Muskelversorgung des Cribellums läßt keinen Vergleich mit den Ecribellata zu.
7. Unter den Theraphosidae und Dipluridae (Orthognatha) gibt es Formen mit nur zwei Spinnwarzen, deren „vorderes Warzenpaar“ bisher häufig mit den vorderen Spinnwarzen der Araneen mit drei Paar Spinnwarzen gleichgesetzt wurde. Schon Simon (1892) und Montgomery (1909) wiesen darauf hin, daß dieses Spinnwarzenpaar den mittleren Spinnwarzen aller übrigen Spinnen entspricht. Auf Grund der Muskelversorgung dieser Spinnwarzen läßt sich nun nachweisen, daß diese Spinnwarzen den mittleren Spinnwarzen (des 11. Segmentes) entsprechen.
8. Als unerwartete Besonderheit trat bei den Theraphosidae und Dipluridae (Orthognatha) ein transversal durch das Basalglied der hinteren Spinnwarzen verlaufender Muskel auf. Er dürfte bei der Entleerung der Spinnrüsen von Bedeutung sein.
9. Der Colulus tendiert offensichtlich zur Rückbildung, was man sowohl aus seiner bei den einzelnen Arten unterschiedlichen Ausbildung als auch aus seiner geringen Muskelversorgung schließen kann. Das Cribellum dagegen ist reich mit Muskeln versorgt. Beide Organe sind Abkömmlinge der vorderen, mittleren Spinnwarzen, die heute nur noch bei den rezenten Mesothelae auftreten und dort schwach ausgebildet sind.
10. Bisher wurden Formen vergleichbar den rezenten Mesothelae häufig als Ausgangsgruppe sowohl der Ecribellata als auch der Cribellata angesehen. Bedenkt man jedoch, daß die vorderen, mittleren Spinnwarzen der Mesothelae recht kümmerliche Gebilde sind, das ihnen homologe Cribellum aber wohl ausgebildet und reich mit Muskeln versorgt ist, so erscheint eine Herleitung der Cribellata aus Formen wie den Mesothelae auf Grund dieses Merkmals wenig wahrscheinlich. Man hat vielmehr den Eindruck, daß die Cribellata sich aus einer urtümlicheren, noch unbekannten Araneengruppe herleiten, die noch voll funktionsfähige vordere, mittlere Spinnwarzen aufwies.

VI. Tabellen

A. Die Bedeutung der Abkürzungen der Spinnwarzenmuskulatur

In der folgenden Aufstellung sind die Muskeln der äußeren Spinnorgane bezüglich ihrer Lage und ihrer Ansatzstellen definiert. Um eine umständliche Bezeichnungsweise zu vermeiden, wurden „Kürzel“ verwendet (vgl. S. 32—33 und Abb. 1), sowie das von Keler (1955) für die Insektenmuskulatur vorgeschlagen hat. Die Homologisierung der einzelnen Muskeln erfolgte dabei nach dem Kriterium der Lage (Remane, 1952).

Danach werden hier nur diejenigen Muskeln als homolog angesehen, die bei den verschiedenen Arten den gleichen Ausgangspunkt und die gleiche Ansatzstelle haben. Eine solche Homologisierung wird in der folgenden Aufstellung durch die Ziffern ausgedrückt, die unmittelbar neben den Hauptzugehörigkeits-hinweisen (v für die Muskeln der vorderen Spinnwarzen, m für die Muskeln

der mittleren Spinnwarzen, h für die Muskeln der hinteren Spinnwarzen, co für den Colulus und cr für die Muskeln des Cribellums) für homologe Muskeln identisch gesetzt worden sind. Die weiterhin dazu gesetzten Indices bedeuten, sofern es sich um Zahlen handelt, eine leichte Unterschiedlichkeit der Insertionsstelle an oder in den Spinnwarzen (Abb. 1). Sofern diese Indices Buchstaben sind, bezeichnen sie die einzelnen Teilportionen des betreffenden Muskels, der entweder als einheitlicher Muskelzug oder in mehrere Portionen gegliedert sein kann (Abb. 1). Wie schon Remane (1963) über die Homologisierungsmöglichkeiten bei Verbindungsstrukturen äußert, können Muskeln in ihren Insertionsstellen außerordentlich variabel sein. Es wäre also denkbar, daß zwei Muskeln, die bei verschiedenen Arten an den Spinnwarzen unterschiedlich inserieren, homolog sind. Solche Muskeln erhalten hier zwar die gleiche Grundbezeichnung, unterscheiden sich jedoch in den Indices. Es muß späteren entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen überlassen bleiben, Anhaltspunkte für die strenge Homologisierung solcher Muskeln zu finden.

Die Abkürzungen der Muskeln der vorderen
Spinnwarzen³

Name des Muskels	Topographische Lage	Ansatzstellen der Muskeln an den Entochondriten bzw. an oder in den Spinnwarzen
v1	Lateral vom Rumpfmuskel t9-t10-Analporus; medial vom h2-Komplex <i>Hexathele</i> (Abb. 14)	t9 ventral an der Platte der Spinnwarze
vl ₁	s. v1 <i>Hahnia</i> , <i>Loxosceles</i> (Abb. 24, 27)	dorso-median an der Platte der Spinnwarze
*vl _{1a}	Medialer Verlauf in der vorderen Spinnwarze, vereinigt sich mit v1. <i>Loxosceles</i> (Abb. 27)	median an der Platte der Spinnwarze
vl ₂	s. v1 <i>Hersilia</i> (Abb. 32 a)	lateral am Basalrand der Warze
v2	lateral vom Muskel hl und lateral vom Muskel t9-Analporus <i>Hexathele</i> (Abb. 14)	t10 lateral an der Warze
v3	lateral vom Rumpfmuskel t9-t10 medial vom Rumpfmuskel t'9-t'10 <i>Hexathele</i> , <i>Sicarius</i> (Abb. 14, 30)	t'9 lateral vordere Warze
v3 _a	s. v3 <i>Hahnia</i> (Abb. 24)	dorsal vordere Spinnwarze
v3 _b	s. v3 <i>Hahnia</i> (Abb. 24)	ventro-lateral an der Warze
v3 ₁	s. v3 <i>Tegenaria</i> (Abb. 18)	dorsal an der Platte der Warze
v3 _{1a}	s. v3 <i>Agelena</i> (Abb. 21)	dorso-median an der Platte
v3 _{1b}	s. v3 <i>Agelena</i> (Abb. 21)	dorso-lateral an der Platte
v3 _{a1}	s. v3 <i>Amaurobius</i> (Abb. 34 b)	ventral an der Warze
v3 _{b1}	s. v3 <i>Amaurobius</i> (Abb. 34 b)	lateral an der Warze
v3 ₂	s. v3 <i>Psechrus</i> (Abb. 40 b, c)	dorso-lateral an der Platte
*v3 _{2a}	s. v3 <i>Psechrus</i> (Abb. 40 c)	Abzweigung von v3 ₂ vereinigt sich mit vl1
v4	medial vom h2-Komplex, lateral vom Rumpfmuskel t10-Analporus <i>Hexathele</i> , <i>Sicarius</i> (Abb. 14, 30 a, b)	t'10 medio-dorsal an der Warze

³ Mit einem * wurden die Muskeln bezeichnet, die innerhalb einer Spinnwarze verlaufen und nicht an einem Entochondriten inserieren.

Name des Muskels	Topographische Lage	Ansatzstellen der Muskeln an den Entochondriten bzw. an oder in den Spinnwarzen
v4 _a	s. v4 <i>Hersilia</i> (Abb. 32)	ventral an der Platte
v4 _{a1}	s. v4 <i>Amaurobius</i> (Abb. 34)	verläuft ventral von v4 _b , vereinigt sich mit v10
v4 _b	s. v4 <i>Hersilia</i> (Abb. 32)	setzt ventral an der Platte zusammen mit v4 _a an
v4 _{b1}	s. v4 <i>Hersilia</i> (Abb. 32)	dorso-lateral an der Platte
v4 _{b2}	s. v4 <i>Hersilia</i> (Abb. 32)	dorsal an der Platte
v4 _{b3}	s. v4 <i>Amaurobius</i> (Abb. 35 a)	medial an der Platte
v4 ₁	s. v4 <i>Hahnia</i> (Abb. 24)	latero-dorsal an der Warze
v4 ₂	s. v4 <i>Tegenaria</i> (Abb. 18)	ventral in der Warze, vereinigt sich mit v9
v4 ₃	s. v4 <i>Psechrus</i> (Abb. 40 b)	median an der Warze, vereinigt sich mit v10
*v5 _a	lateral in der Wand der Warze <i>Hexathele</i> (Abb. 14)	ventral an der Platte
*v5 _b	s. v5 _a <i>Hexathele</i> (Abb. 14)	ventro-median an der Platte
v6	lateral Verlauf in der Spinnwarze <i>Hahnia</i> (Abb. 24)	latero-dorsal an der Platte
v7	lateral vom Rumpfmuskel t'10-t'11 <i>Loxosceles</i> (Abb. 27)	t'10 dorsal am Basalrand
v8	lateral vom Rumpfmuskel t10-t11 <i>Sicarius</i> , <i>Loxosceles</i> (Abb. 30 a, 27)	t11 medio-ventral an der Warze
v8 ₁	S. v8 <i>Tegenaria</i> , <i>Agelena</i> (Abb. 18, 21)	ventral am Basalrand der Warze
v9	medial vom Rumpfmuskel t10-t11 <i>Tegenaria</i> , <i>Agelena</i> (Abb. 18, 21)	t10 ventral in der Spinnwarze
v9 ₁	s. v9 <i>Tegenaria</i> (Abb. 18)	ventro-median an der Platte
v9 ₂	s. v9 <i>Tegenaria</i> (Abb. 18)	ventro-lateral an der Platte

Name des Muskels	Topographische Lage	Ansatzstellen der Muskeln an den Entochondriten bzw. an oder in den Spinnwarzen
v9 ₃	s. v9 <i>Hersilia</i> (Abb. 32 a)	medial an der Spinnwarze
v9 ₄	s. v9 <i>Amaurobius</i> (Abb. 35 a)	lateral in die Warze, vereinigt sich mit v10
v9 ₅	s. v9 <i>Amaurobius</i> (Abb. 35 a)	medio-dorsal am Basalrand
v10	medial vom Rumpfmuskel t9-t11 <i>Amaurobius, Psechrus</i> (Abb. 34 a, 40 a)	t9 ventro-median an der Platte
v11	dorsaler Verlauf in der Spinnwarze <i>Amaurobius, Psechrus</i> (Abb. 35 a, 40 c)	dorsal an der Platte
v11 ₁	s. v11 <i>Amaurobius</i> (Abb. 35 a)	median an der Platte
v11 ₂	s. v11 <i>Amaurobius</i> (Abb. 35 a)	verläuft nach dorsalem Ursprung schräg nach der ventralen Wand der Warze

Abkürzungen für die Muskeln der mittleren
Spinnwarzen

Name des Muskels	Topographische Lage	Ansatzstellen der Muskeln an den Entochondriten bzw. an oder in den Spinnwarzen
m1	medial vom Rumpfmuskel t10-t11 <i>Grammostola</i> (Abb. 3)	t10 dorso-median, distad vom Basalrand der Spinnwarze
m1 ₁	s. m1 <i>Hexathele</i> (Abb. 14)	dorso-median am Basalrand der Warze
m1 ₂	s. m1 <i>Hahnia</i> (Abb. 24)	lateral, distad vom Basalrand der Warze
m1 ₃	s. m1 <i>Amaurobius</i> (Abb. 34 a)	ventral an der Warze
m1 _{3a}	s. m1 <i>Psechrus</i> (Abb. 40 a)	ventral, distad vom Basalrand
m1 ₄	s. m1 <i>Amaurobius</i> (Abb. 34 a)	medial an der Warze

Name des Muskels	Topographische Lage	Ansatzstellen der Muskeln an den Entochondriten bzw. an oder in den Spinnwarzen
m2	medial vom Rumpfmuskel t9-t11 <i>Macrothele</i> (Abb. 9)	t'9 dorsal am Basalrand der Warze
m2₁	s. m2 <i>Hersilia</i> , <i>Hapalopus</i> , <i>Hahnia</i> (Abb. 32 a, 11, 24)	medio-ventral am Basal- rand
m2₂	s. m2 <i>Hexathele</i> (Abb. 14)	ventro-lateral am Basal- rand der Warze
m2₃	s. m2 <i>Loxosceles</i> (Abb. 27)	dorso-median am Basal- rand
m3	lateral vom Rumpfmuskel t10-t11 <i>Loxosceles</i> (Abb. 27)	t'10 ventral am Basalrand
m4	medial vom Rumpfmuskel t10-t11 <i>Sicarius</i> (Abb. 30 a)	t'11 ventro-median am Basal- rand der Warze
m4₁₋₂	s. m4 <i>Tegenaria</i> (Abb. 18)	median in zwei kleinen Ästen. distad vom Basal- rand
m4₃	s. m4 <i>Tegenaria</i> , <i>Agelena</i> (Abb. 18, 21)	Ast. der nach latero-ventral abgeht
m4₄₊₅	s. m4 <i>Agelena</i> (Abb. 21)	medianer Ansatz in zwei Ästen. weiter distad als m4 ₁₋₂
m4₆	s. m4 <i>Amaurobius</i> (Abb. 34 a)	dorso-lateral am Basalrand
m5	medial vom Rumpfmuskel t'9-t'10. kreuzt den Rumpfmuskel t10-t11 <i>Tegenaria</i> , <i>Agelena</i> (Abb. 18, 21)	t'10 latero-dorsal an der Warze
m6	Abzweigung vom Rumpfmuskel t10-t11 nach median <i>Psechrus</i> (Abb. 40 a)	dorsal in der Warze

Abkürzungen für Muskeln der hinteren
Spinnwarzen⁴

Name des Muskels	Topographische Lage	Ansatzstellen der Muskeln an den Entochondriten bzw. an oder in den Spinnwarzen
h1	lateral vom Rumpfmuskel t10-t11, medial vom Rumpfmuskel t'10-t'11 und vom h2-Komplex <i>Grammostola</i> , <i>Macrothele</i> , <i>Hapalopus</i> , <i>Hexathele</i> , <i>Hersilia</i> (Abb. 3, 9, 11, 14, 32 a)	<i>t10</i> ventro-median am Basalrand der Warze
h1₁	s. h1 <i>Grammostola</i> (Abb. 3)	dorso-lateral am proximalen Rand des III. Gliedes
h1₂	s. h1 <i>Hahnia</i> (Abb. 24)	dorso-lateral am Basalrand des distalen Gliedes der Warze
h2	lateral vom Rumpfmuskel t10-t11, medial vom Rumpfmuskel t'10-t'11 Muskelkomplex	<i>t'10</i> lateral am Basalrand der Warze
h2₁	s. h2 <i>Grammostola</i> , <i>Macrothele</i> , <i>Hapalopus</i> , <i>Hexathele</i> (Abb. 3, 9, 11, 14)	medial am Basalrand
h2_{1a}	s. h2 <i>Grammostola</i> (Abb. 3)	im distalen Teil von h2 abzweigender Ast, der ventral im I. Glied anheftet
h2_{1b}	s. h2 <i>Grammostola</i> (Abb. 3)	verläuft lateraler als h2 _{1a} , setzt ventral im I. Glied an
h2₂	s. h2 liegt lateral von h2 ₁ <i>Grammostola</i> , <i>Hahnia</i> , <i>Loxosceles</i> , <i>Hersilia</i> (Abb. 3, 24, 27, 32)	dorso-lateral am Basalrand
h2₃	s. h2 liegt lateral von h2 ₂ <i>Grammostola</i> (Abb. 3) <i>Grammostola</i> , <i>Macrothele</i>	dorso-lateral am Basalrand des II. Gliedes der Warze
h2₄	s. h2 liegt lateral von h2 ₃ <i>Hapalopus</i> , <i>Hexathele</i> , <i>Hahnia</i> , <i>Loxosceles</i> , <i>Hersilia</i>	dorso-median am Basalrand der Warze
h2_{3a}	s. h2 ₃ <i>Macrothele</i> (Abb. 9)	dorsal am Basalrand des II. Gliedes
h2_{3b}	s. h2 ₃ <i>Hexathele</i> , <i>Sicarius</i> (Abb. 14, 30 a)	medio-dorsal am II. Glied der Warze

⁴ Mit einem * wurden die Muskeln bezeichnet, die innerhalb einer Spinnwarze verlaufen und nicht an einem Entochondriten inserieren.

Name des Muskels	Topographische Lage	Ansatzstellen der Muskeln an den Entochondriten bzw. an oder in den Spinnwarzen
h2 ₅	s. h2 <i>Hahnia</i> (Abb. 24)	ventral am Basalrand der Warze
h2 ₆	s. h2 <i>Sicarius</i> , <i>Psechrus</i> (Abb. 30 a, c, 40 b, d)	medio-ventral an der Platte der Warze
h2 _{4a}	s. h2 ₄ <i>Psechrus</i> (Abb. 40 b)	dorso-lateral an der Spinnwarze
h3	lateral vom Rumpfmuskel t10-t11 <i>Grammostola</i> , <i>Macrothele</i> , <i>Hapalopus</i> , <i>Hexathele</i> (Abb. 3, 9, 11, 14)	t'11 medial in ganzer Breite am Basalrand der Warze
h3 ₁	s. h3 <i>Hahnia</i> (Abb. 24)	latero-ventral am Basalrand
h3 ₂	s. h3 <i>Amaurobius</i> (Abb. 34 b, 35 b)	dorso-lateral an der Platte
h3 _{2a}	s. h3 ₂ <i>Amaurobius</i> (Abb. 35 b)	vereinigt sich in der dorsalen Wand des Basalgliedes mit h3 ₂
h3 ₃	s. h3 <i>Psechrus</i> (Abb. 40 b)	dorso-lateral an der Warze
*h4	Verläuft im I. Glied transversal zwischen medialer und lateraler Wand der Warze <i>Grammostola</i> , <i>Macrothele</i> , <i>Hapalopus</i> (Abb. 3, 9, 11)	mediale Wand laterale Wand
*h5	verläuft im distalen Abschnitt des I. Gliedes und im proximalen Abschnitt des II. Gliedes zwischen medialer u. lateraler Wand <i>Grammostola</i> (Abb. 3)	mediale Wand laterale Wand
*h5 ₁	s. h5 <i>Grammostola</i> , <i>Macrothele</i> , <i>Hexathele</i> (Abb. 3, 9, 14)	medial verlaufender Ast, medial im Basalrand des III. Gliedes
*h5 ₂	s. h5 in der medianen Hälfte verlaufender Ast <i>Grammostola</i> (Abb. 6)	dorso-median am Basalrand des III. Gliedes
*h5 ₃	s. h5 zur lateralen Hälfte abzweigender Ast <i>Grammostola</i> , <i>Hapalopus</i> (Abb. 6, 12)	dorsal am Basalrand des III. Gliedes
*h5 ₄	s. h5 weiter lateral an h5 nach dorsal abgehender Ast <i>Grammostola</i> (Abb. 6)	dorsal am III. Glied

Name des Muskels	Topographische Lage	Ansatzstellen der Muskeln an den Entochondriten bzw. an oder in den Spinnwarzen
*h ₅ ₅	s. h ₅ <i>Macrothele</i> (Abb. 9)	proximal am lateral verlaufenden Muskel nicht in der Wand
*h ₅ ₆	s. h ₅ <i>Macrothele</i> (Abb. 9)	distad am lateral verlaufenden Muskel ansetzend
*h ₅ ₇	s. h ₅ <i>Hapalopus</i> (Abb. 12)	setzt fast über die gesamte Länge des II. Gliedes am lateral verlaufenden Muskel an
*h ₅ ₈	s. h ₅ <i>Hexathele</i> (Abb. 15)	lateral in der Wand des II. Gliedes
*h ₅ ₉	s. h ₅ <i>Hexathele</i> (Abb. 15)	lateral am Basalrand des III. Gliedes
*h ₅ ₁₀	s. h ₅ <i>Hexathele</i> (Abb. 15)	ventral am Basalrand des III. Gliedes
*h ₆	Ursprung distal im I. Glied Verlauf in der lateralen Wand der Warze <i>Grammostola</i> (Abb. 6)	In der lateralen Wand im proximalen Abschnitt des III. Gliedes
*h ₆ ₁	s. h ₆ Fortsetzung von h ₆ <i>Grammostola</i> (Abb. 6)	dorso-lateral am Basalrand des III. Gliedes
*h ₆ ₂	s. h ₆ selbständiger Muskel <i>Macrothele</i> , <i>Hapalopus</i> (Abb. 9, 12)	dorso-lateral am Rand des III. Gliedes
*h ₇	Medial verlaufender Muskel im III. Glied <i>Grammostola</i> , <i>Macrothele</i> (Abb. 6, 9)	medial am Basalrand des IV. Gliedes
*h ₇ ₁	s. h ₇ <i>Grammostola</i> , <i>Hapalopus</i> (Abb. 6, 12)	dorso-median am Basalrand des IV. Gliedes
*h ₇ ₂	s. h ₇ <i>Hexathele</i> (Abb. 15)	ventro-median am Basalrand des IV. Gliedes
*h ₈	ventral verlaufender Muskel im III. Glied <i>Grammostola</i> , <i>Macrothele</i> (Abb. 6, 9)	medial am Basalrand des IV. Gliedes
*h ₉	lateral verlaufender Muskel im III. Glied <i>Macrothele</i> (Abb. 9)	lateral am Basalrand des IV. Gliedes
*h ₉ ₁	s. h ₉ <i>Hapalopus</i> , <i>Hexathele</i> (Abb. 12, 15 c)	latero-ventral am Basalrand des IV. Gliedes
*h ₉ _a	s. h ₉ <i>Macrothele</i> (Abb. 9)	latero-dorsal am Basalrand des IV. Gliedes
*h ₁₀	in der medianen Wand des II. Gliedes verlaufender Muskel <i>Macrothele</i> (Abb. 9)	latero-ventral am Basalrand des III. Gliedes

Name des Muskels	Topographische Lage	Ansatzstellen der Muskeln an den Entochondriten bzw. an oder in den Spinnwarzen
*h11	median in der Mitte des II. Gliedes <i>Macrothele</i> (Abb. 9)	ventral am Basalrand des III. Gliedes
*h11 ₁	s. h11 <i>Hapalopus</i> (Abb. 12)	setzt mehr median als h11 am Basalrand des III. Gliedes an
*h12	mediane Wand der zweiten Hälfte des III. Gliedes <i>Hapalopus</i> (Abb. 12)	median am Basalrand des IV. Gliedes
*h13	dorsal verlaufender Muskel im III. Glied <i>Hapalopus</i> (Abb. 12)	dorsal am Basalrand des IV. Gliedes
*h14	medianer Verlauf im Basalglied der Warze <i>Hahnia</i> (Abb. 24)	medio-dorsal am Basalrand des distalen Gliedes
*h15	lateral verlaufender Muskel im Basalglied <i>Hahnia</i> (Abb. 24) <i>Loxosceles</i>	latero-ventral am Basalrand des Endgliedes
h16	lateral vom Rumpfmuskel t10-t11 <i>Loxosceles</i> (Abb. 28 c)	t11 medial am Basalrand der Platte
h17 ₁	Distale Verlängerung des Rumpfmuskels t10-t11 <i>Tegenaria</i> , <i>Agelena</i> (Abb. 18, 21)	t11 median am distalen Glied
h17 ₂	s. h17 ₁ <i>Tegenaria</i> , <i>Agelena</i> (Abb. 18, 21)	ventro-lateral am distalen Glied
h17 ₃	s. h17 ₁ <i>Psechrus</i> (Abb. 40 a)	ventral am Basalrand
h18 ₁	Distale Verlängerung des Rumpfmuskels t'9—t'10 <i>Tegenaria</i> , <i>Agelena</i> (Abb. 18, 21)	t'10 ventro-lateral am distalen Glied
h18 ₂	s. h18 ₁ <i>Tegenaria</i> <i>Agelena</i> (Abb. 18, 21)	dorso-median am distalen Glied
*h19	ventro-lateral im Basalglied entspringender Muskel <i>Hersilia</i> (Abb. 32 c)	ventro-lateral am II. Glied
*h19 ₁	s. h19 <i>Hersilia</i> (Abb. 32 c)	medial am II. Glied
*h20	dorsal im Basalglied entspringender Muskel <i>Hersilia</i> (Abb. 32 c)	dorso-median am II. Glied
*h20 ₁	s. h20 <i>Psechrus</i> (Abb. 40 d)	dorsal an der Platte der Warze
h21	Abzweigung vom Rumpfmuskel t10-t11 <i>Amaurobius</i> (Abb. 34 a, 35 b)	t10 medial an der Platte der Warze
*h21 _n	s. h21 <i>Amaurobius</i> (Abb. 35 b)	ventrale Wand des Basalgliedes, vereinigt sich mit h21

Abkürzungen der Muskeln des Colulus
und des Cribellums

Name des Muskels	Topographische Lage	Ansatzstellen der Muskeln an den Entochondriten bzw. an oder in den Spinnwarzen
col	median vom Rumpfmuskel t10-Analporus <i>Loxosceles</i> (Abb. 27)	<i>t11</i> dorsal am Colulus
cr1	medial vom Rumpfmuskel t10-t11- Analporus <i>Amaurobius</i> , <i>Psechrus</i> (Abb. 34 a, 40 a)	<i>t9</i> proximaler Rand des Cribellums
cr1₁	s. cr1 <i>Amaurobius</i> (Abb. 34 a)	distaler Rand des Cribellums
cr2	medial vom Rumpfmuskel t9-t11 <i>Amaurobius</i> (Abb. 34 a)	<i>t10</i> proximaler Rand des Cribellums, distad von cr1
cr3	medial vom Rumpfmuskel t'9-t'11 <i>Amaurobius</i> (Abb. 34 b)	<i>t'9</i> proximaler Rand des Cribellums
cr3₁	s. cr3 <i>Psechrus</i> (Abb. 40 b)	distaler Rand des Cribellums
cr4	Abspaltung vom Muskel v11 <i>Psechrus</i> (Abb. 40 a)	distaler Rand des Cribellums

B. Die Muskeln der Spinnwarzen und ihre Verbreitung
bei den einzelnen Arten
Tabelle I

In der folgenden Tabelle soll der Muskelbestand der mittleren, vorderen und hinteren Spinnwarzen aller hier untersuchten Arten zusammengestellt werden. Die Benennung und Homologisierung der einzelnen Muskeln erfolgt in der schon S. 32—33 besprochenen Weise (Abb. 1).

Alle von einem Entochondriten (t9-t11, t'9-t'11) ausgehenden Muskeln sind untereinander notiert. Die einander homologen Muskeln führen die gleiche Bezeichnung (s. z. B. v1, h3 usw.). Während die von ihnen abzuleitenden Muskeln einen Index erhalten (s. z. B. v1_{1a}, h3_{2a}, m2₁ usw.) und etwas nach rechts eingerückt aufgeführt werden.

Diejenigen Muskeln, die mit keinem Entochondriten in Verbindung stehen, da sie nur innerhalb einer Spinnwarze verlaufen, sind nicht in die Tabelle aufgenommen worden. (v5_b, v6, v11, v11₁, h20, h20₁). Die entsprechenden Muskeln in den großen hinteren Spinnwarzen der hier untersuchten Orthognatha sind besonders aufgeführt.

Die Muskeln der mittleren Spinnwarzen
und ihre Verbreitung bei den einzelnen Arten

Art	t10	t9	t11	t'10
<i>Grammostola</i> spec. (Abb. 3)	m1			
<i>Macrothele maculata</i> (Abb. 9)		m2		
<i>Hapalopus</i> spec. (Abb. 11)		m2 ₁		
<i>Hexathele hochstetteri</i> (Abb. 14)	m1 ₁	m2 ₂		
<i>Hahnia</i> spec. (Abb. 24)	m1 ₂	m2 ₁		
<i>Loxosceles rufescens</i> (Abb. 27)	m3	m2 ₃		
<i>Sicarius</i> spec. (Abb. 30 a)			m4	
<i>Tegenaria atrica</i> (Abb. 18)			m4 ₁ m4 ₂ m4 ₃	m5
<i>Agelena labyrinthica</i> (Abb. 21)			m4 ₃ m4 ₄ m4 ₅	m5
<i>Hersilia</i> spec. (Abb. 32)		m2 ₁		
<i>Amaurobius claustrarius</i> (Abb. 3 t a)	m1 ₃ m1 ₄		m4 ₆	
<i>Psecrus argentatus</i> (Abb. 40 a)	m1 _{3a} m6			

Die Muskeln der vorderen Spinnwarzen
und ihre Verbreitung bei den einzelnen Arten

Art	t9	t10	t11	t'9	t'10
<i>Hexathele hochstetteri</i> (Abb. 14)	v1	v2		v3	v4
<i>Hahn timer spec.</i> (Abb. 24)	v1 ₁			v3 _a v3 _b	v4 ₁
<i>Loxosceles rufescens</i> (Abb. 27)	v1 ₁		v8		v7
<i>Sicarius spec.</i> (Abb. 30)			v8	v3	v4
<i>Tegenaria atrica</i> (Abb. 18)		v9	v8 ₁	v3 ₁	v4 ₂
<i>Agelena labyrinthica</i> (Abb. 21)		v9	v8 ₁	v3 ₁	v4 ₂
<i>Hersilia spec.</i> (Abb. 32)	v1 ₂	v9 ₃			v4 _a v4 _b
<i>Amaurobius claustrarius</i> (Abb. 34 a, b)	v10	v9 ₄ v9 ₅		v3 _{a1} v3 _{b1}	v4 _{a1}
<i>Psec hrus argentatus</i> (Abb. 40 a, b)	v10			v3 ₂	v4 ₃

Die Muskeln der hinteren Spinnwarzen
und ihre Verbreitung bei den einzelnen Arten

Art	t10	t'10	t'11	t11
<i>Grammostola</i> spec. (Abb. 3)	h1 h1 ₁	h2 ₁ h2 _{1a} h2 _{1b} h2 ₂ h2 ₃ h2 ₄	h3	
<i>Macrothele maculata</i> (Abb. 9)	h1	h2 ₁ h2 _{3a} h2 ₄	h3	
<i>Hapalopus</i> spec. (Abb. 11)	h1	h2 ₁ h2 ₄	h3	
<i>Hexathele hochstetteri</i> (Abb. 14)	h1	h2 ₁ h2 _{3b} h2 ₄	h3	
<i>Hahnia</i> spec. (Abb. 24)	h1 ₂	h2 ₄ h2 ₂ h2 ₁ h2 ₅	h3 ₁	
<i>Loxosceles rufescens</i> (Abb. 27)		h2 ₂ h2 ₄		h16
<i>Sicarius</i> spec. (Abb. 30)		h2 _{3b} h2 ₆		
<i>Tegenaria atrica</i> (Abb. 18)		h18		h17
<i>Agelena labyrinthica</i> (Abb. 21)		h18		h17
<i>Hersilia</i> spec. (Abb. 32)	h1	h2 ₂ h2 ₁		
<i>Amaurobius claustrarius</i> (Abb. 34 a, b)	h21		h3 ₂	h17 ₃
<i>Psecrus argentatus</i> (Abb. 40 a, b)		h2 _{4a} h2 ₆	h3 ₃	h17 ₃

Die Muskeln in den hinteren Spinnwarzen
der Theraphosidae und Dipluridae und ihre Verbreitung
bei den einzelnen Arten

Art

<i>Grammostola</i> spec. (Abb. 6)	h4	h5 h5 ₁ h5 ₂ h5 ₃ h5 ₄	h6 h6 ₁	h7 h7 ₁	h8	h9		
<i>Macrothele macu- lata</i> (Abb. 9 b)	h4	h5 ₁ h5 ₅ h5 ₆	h6 ₂	h7	h8	h9 _a	h10	h11
<i>Hapalopus</i> spec. (Abb. 12)	h4	h5 ₃ h5 ₇	h6 ₂	h7 ₁		h9 ₁	h12	h11 ₁ h13
<i>Hexathele hoch- stetteri</i> (Abb. 15 c)		h5 ₁ h5 ₈ h5 ₉ h5 ₁₀		h7 ₂	h8 ₁	h9 ₁		

VII. Literatur

- Apstein, C.: Bau und Funktion der Spinnrüden der Araneidae. Arch. f. Naturgesch. 55 1. Teil 5—50.
- Beklemischew, W. N.: Grundlagen der vergleichenden Anatomie der Wirbellosen. Bd. I Berlin, 1958.
- Bertkau, P.: Über das Cribellum und Calamistrum. Ein Beitrag zur Biologie, Histologie und Systematik der Spinnen. Arch. f. Naturgesch. 48. Jahrg. 316 bis 359, 1882.
- Bristowe, W. S.: The World of Spiders. London, 1958.
- Brown, W.: The Musculature of *Agelena naevia* J. of Morph. 64, 1939.
- Comstock, J. H.: The Spider Book. Ithaca, 1948.
- Crome, W.: Die Respirations- und Zirkulationsorgane der *Argyroneta aquatica*. Wiss. Z. d. Humboldt-Univ. Berlin, 1952.
- Die Beziehungen zwischen dem dorsalen Zeichnungsmuster und der Metamerie des Spinnenabdomens I. Ctenidae. Zool. Jb. Abt. Anat. u. Ont. 74, Heft 2. 317—338, 1955.
- II. Die Bedeutung des Zeichnungsmusters und der dorsalen Längsmuskulatur für die Abdomensegmentierung der Mesothelae, Orthognatha und Labidognatha. Zool. Jb. Abt. System. 83, 541—638, 1955.
- Bau und Funktion des Spinnapparates und Anahügels, Ernährungsbiologie und allgemeine Bemerkungen zur Lebensweise von *Uroctea durandi* Latreille (Aranea, Uroctoidea). Zool. Jb. Abt. System. 85, 571—606, 1957.

- Dahl, F.: Über den Wert des Cribellums und Calamistrums für das System der Spinnen und eine Übersicht der Zoropsiden. Sitzber. Naturf. Freunde 180, 179—199, 1901.
- Gerhardt, U.: Biologische Studien an griechischen, corsischen und deutschen Spinnen. Z. Morph. u. Ökol. Tiere 10, 576—676, 1928.
- Giltay, L.: Quelques types de metamerisation. Bull. c. Ann. de la Soc. Ent. de Belgique 67, 285—296, 1927.
- Homan, H.: Die Nebenaugen der Araneen. Zool. Jhb. Abt. Anat. 71, 56—145, 1951.
- Jezequel J. F.: A Propo du Nombre de Stades Post Embryonnaires chez les Theraphosidae. Bull. d. Mus. Nat. Hist. 33, 202—207, 1961.
- Description des Protonymphes de Liphistius Malayanus Abraham, 1923.
- Bull. d. Mus. Nat. Hist. 32, 549—552, 1960/61.
- Johannsen: Zur Kenntnis der Spinndrüsen der Araneidae. Lund. Univ. Ars. 10, 3—11, 1914.
- Kaestner, A.: Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Bd. I. Wirbellose 1. Teil, 2. Auflage, Stuttgart 1965.
- Kaestner, A. u. Gerhardt, U.: Handbuch der Zoologie von Kükenthal. III. Bd. 2. Hälfte 1. Teil III, 1938.
- Kautzsch, G.: Über die Entwicklung von Agelena labyrinthica Clerk. Zool. Jhb. Abt. Anat. 28 u. 30.
- Keler, St. von: Entomologisches Wörterbuch, Berlin, 1955.
- Kiesow-Stark, J.: Leistung und Bau des Spinnapparates einiger einheimischer Trichterspinnen. Jen. Z. f. Naturw. 66, 1932.
- Machado, A.: Vergleichende Morphologie der Spinnwarzen und des Colulus. Arquivos do Museo Bocage Lisboa, 15, 1944.
- Mahler, H.: Histologische Untersuchungen über die Spinndrüsen einiger Spinnen. Z. Morph. u. Ökol. Tiere 34, 440—497, 1938.
- Millot, J.: Les glandes sericigènes de Pholcides. I. Bull. Soc. Zool. de France 54, 194—206, 1929.
- II. Bull. Soc. Zool. de France, 56, 75—83, 1931.
- Colulus et filières non fonctionnelles chez les Araneides. Acad. sc. Paris 190, 209—210, 1930.
- Le tubercule anal des Uroctides et Œcoecides. Bull. Soc. Zool. de France, 56, 1931.
- Notes complémentaires sur l'anatomie des Liphistii et des Hypochilides. Bull. Soc. Zool. de France, 58, 217—235, 1933.
- Ordre des Araneides, in Grassé: Traité de Zoologie, 6, Paris, 1949.
- Millot u. Bristowe: The Liphistiid Spiders, with an Appendix on their internal Anatomy by J. Millot Proc. Zool. Soc. London, 4, 1016—1057, 1932.
- Montgomery, T.: On the Spinnerets, Cribellum, Colulus and Lungbooks of Araneids. Proc. Acad. Sc. Philadelphia 61.
- Parry, A.: Ein hydraulischer Mechanismus bei Spinnen. Endeavour XIX, 75, 156—162, 1960.
- Peters, H. M.: Über den Spinnapparat von Nephila madagascariensis (Argiopidae). Z. f. Naturf. 10, 7, 395—404, 1955.
- Peters, W.: Methoden zur Herstellung von Aufhellungspräparaten. Zool. Anz. 167, 5—6, 233—240, 1961.

- Petrunkévitch: *Systema Araneorum*. Trans. Connect. Acad. Arts Sci. 29, 1928.
- An inquiry of national classification of Spiders, based on a study of their internal anatomy. Trans. Connect. Acad. Arts Sci. 31, 1933.
- Piveteau, J.: *Traité de Paleontologie*. Paris, 1952—58.
- Remane, A.: *Die Grundlagen des natürlichen Systems, der vergleichenden Anatomie und der Phylogenetik. Theoretische Morphologie und Systematik I*, Leipzig, 1952.
- Über die Homologisierungsmöglichkeiten bei Verbindungsstrukturen. (Muskeln, Blutgefäßen, Nerven und Hohlräume). Zool. Anz. 170, 481—489, 1963.
- Seikiguchi, K.: On a new Spinning Gland found in geometric Spiders and its Function. Annot. Zool. Japan 25/3, 1952.
- Differences in the Spinning organs between male and female adult Spiders. Sci. Rep. Tokio Kyoiku Daigaku. Sect. B 116, 8, 25—32, 1955.
- The Spinning Organs in subadult geometric Spiders and their Chances accompanying the last Moulting. Sci. Rep. Tokio Kyoiku Daigaku. Sect. B 117, 8, 33—40, 1955.
- Simon, E.: *Histoire Naturelle des Araignes*. Tome I (1892—95), Tome II (1897—1903), Paris.
- Steinbach, G.: Vergleichende Untersuchungen zur Chelicerenmuskulatur einiger Araneen. Wiss. Z. Humboldt-Univ. 1952/53 Jhg. II, Math.-Nat. Reihe 1—2.
- Tretzel, F.: Biologie, Ökologie und Brutpflege von *Coelotes terrestris*. Z. Morph. u. Ökol. Tiere 49, 658—746, 1961.
- Warburton, C.: Spinning Apparatus of Geometric Spiders. Quart. J. micros. Soc. new 1890.
- Wittig, G.: Untersuchungen am Thorax von *Perla abdominalis* Burm. unter besonderer Berücksichtigung des peripheren Nervensystems und der Sinnesorgane. Zool. Jb. Abt. Anat. 74, 491—570, 1955.
- Whitehead, W. F. u. Rempell, J. G.: A Study of the Musculature of the Black Widow Spider, *Latrodectus mactans* Fabr. Canad. J. Zool. 37, 831—870, 1959.
- Yoshikura, M.: Embryological Studies on the Liphistiid Spider, *Heptathela kimurai*. Kumamoto J. Sci. B 3, 1954.
- On the Development of a Purse — Web Spider, *Atypus Karschi* Dönitz. Kumamoto J. Sci. B 2/3, 1958.
- Zapfe, H. u. Gertsch: Filogenia y funcion en *Austrochilus manni* (Aranea, Hypochilidae). Trabajos de Laboratorio des Zoologia Unoversidad de Chile 2, 5—52, 1955.

Anschrift der Verfasserin:

Dr. Renate Peters
1000 Berlin 49 (Lichtenrade)
Lichtenrader Damm 78

Lebenslauf

Am 15. 5. 1934 wurde ich, Renate Peters geb. John, als Tochter des Kaufmanns Paul John und seiner Ehefrau Else in Berlin geboren. Ich besuchte die Grundschule in Berlin und Deichslau in Schlesien und wurde 1945 in die V. Oberschule Wissenschaftlichen Zweiges in Berlin-Neukölln eingeschult. Hier bestand ich im Frühjahr 1954 mein Abitur und ließ mich an der Freien Universität Berlin für das Fach Zoologie immatrikulieren. In der Absicht das Staatsexamen zu absolvieren und in den Lehrdienst zu gehen belegte ich außerdem noch Vorlesungen in Geographie, Chemie und Philosophie. Am 5. 8. 1959 legte ich vor dem Wissenschaftlichen Landesprüfungsamt das Staatsexamen in den Fächern Biologie und Geographie ab. Von April 1960 bis zum Januar 1962 war ich als Referendarin im Bezirk Berlin-Schöneberg angestellt und machte 1962 die zweite Staatsprüfung. Seit 1961 bin ich mit Herrn Dr. W. Peters verheiratet.

Renate Peters

